Kingdom of Thailand

☞ EDICT OF GOVERNMENT ☜

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.

TIS 2425-2552 (2009) (Thai): Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs) - Part 1 : general rules

BLANK PAGE

BRUTUM FULMEN
IGNORANTIA JURIS NON EXCUSAT
PROTECTED BY COPYRIGHT

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 2425 – 2552

เครื่องตัดวงจรใช้กระแสเหลือแบบไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน สำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน

เล่ม 1 หลักเกณฑ์ทั่วไป

RESIDUAL CURRENT OPERATED CIRCUIT-BREAKERS WITHOUT INTEGRAL OVERCURRENT PROTECTION FOR HOUSEHOLD AND SIMILAR USES(RCCBS) -

PART 1 : GENERAL RULES

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 29.120.50

ISBN 978-974-292-896-4

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เครื่องตัดวงจรใช้กระแสเหลือแบบไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน สำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน

เล่ม 1 หลักเกณฑ์ทั่วไป

มอก. 2425 – 2552

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 126 ตอนพิเศษ 153ง
วันที่ 15 ตุลาคม พุทธศักราช 2552

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 334
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องตัดวงจรไฟฟ้า

ประธานกรรมการ

นายวิวัฒน์ กุลวงศ์วิทย์	สมาคมวิศวกรออกแบบและปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย

กรรมการ

นายวิชัย สุระพัฒน์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นายโสตถิพงศ์ พิชัยสวัสดิ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายประดิษฐ์ เพียซ้าย	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
นายสนธยา อัศวชาญชัยสกุล	การไฟฟ้านครหลวง
นายสมชาย ทรงศิริ	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
นายสืบพงศ์ สุวรรณกูฏ	สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
นายชวาล โสตถิวันวงศ์	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
นายอุทัย ไชยวงษ์วิลาน	วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
นายณัฐพจน์ โสตถิวันวงศ์	บริษัท ซี.เอส. อินเตอร์เนชั่นแนล อีเล็คโทรนิคส์ จำกัด
นายปริญญา เตชรัตน์	บริษัท ไดอาน่า คามีโอ้ จำกัด
นายรณรงค์ ม้วนเงิน	บริษัท เมจิก ซีเล็คท์ไลท์ จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นายศิริชัย คัณธมาส	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ปัจจุบันมีการประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องตัดวงจรใช้กระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน สำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน มาตรฐานเลขที่ มอก.909-2548 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 322 ตอนที่ 325 ง วันที่ 29 ธันวาคม พุทธศักราช 2548 ซึ่งในมาตรฐานดังกล่าวไม่รวมข้อกำหนดของเครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน สำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน ซึ่งหากมีการทำเครื่องตัดวงจรใช้กระแสเหลือแบบไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ที่มีคุณภาพไม่ดีอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เครื่องตัดวงจรใช้กระแสเหลือแบบแบบไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินมีคุณภาพดีและมีความปลอดภัยจึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน สำหรับใช้ในที่อยู่อาศัย ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้น โดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

IEC 61008-1 Edition 2.1 : 2002	Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses(RCCBs) Part 1 : General rules
มอก.909-2548	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องตัดวงจรใช้กระแสเหลือแบบไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน สำหรับใช้ในที่อยู่อาศัย และใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน
มอก.2162-2547	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเต้าเสียบและเต้ารับสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและงานทั่วไปที่มีจุดประสงค์คล้ายกัน : ข้อกำหนดทั่วไป

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 4038 (พ.ศ. 2552)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เครื่องตัดวงจรใช้กระแสเหลือแบบไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน

สำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน

เล่ม 1 หลักเกณฑ์ทั่วไป

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องตัดวงจรใช้กระแสเหลือ แบบไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน เล่ม 1 หลักเกณฑ์ทั่วไป มาตรฐานเลขที่ มอก. 2425-2552 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2552

ชาญชัย ชัยรุ่งเรือง

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เครื่องตัดวงจรใช้กระแสเหลือแบบไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน
สำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน เล่ม 1
หลักเกณฑ์ทั่วไป

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ใช้กับเครื่องตัดวงจรใช้กระแสเหลือแบบไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ที่ทำงานโดยขึ้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า ที่ใช้ในที่อยู่อาศัยหรือใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า RCCB (residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar used) ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 440 โวลต์ (ไฟฟ้ากระแสสลับ) กระแสไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 125 แอมแปร์ โดยหลักการมีเจตนาเพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าช็อก

อุปกรณ์นี้มีเจตนาเพื่อใช้ป้องกันคนสัมผัสกับชิ้นส่วนตัวนำที่เผยตัวที่มีการติดตั้งต่อกับหลักดิน(earth electrode) อย่างเหมาะสม อุปกรณ์นี้อาจใช้เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟ (fire hazard) เนื่องมาจากการคงอยู่ของกระแสไฟฟ้าผิดพร่องลงดินโดยไม่มีการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน

RCCB มีกระแสเหลือใช้งานที่กำหนดไม่เกิน 30 มิลลิแอมแปร์ อาจใช้เป็นอุปกรณ์ป้องกันเพิ่มเติมในกรณีที่เกิดความล้มเหลวของวิธีป้องกันไฟฟ้าช็อกอื่น ๆ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ใช้กับอุปกรณ์ที่ทำงานพร้อมกัน ทำหน้าที่ตรวจหากระแสเหลือ โดยเปรียบเทียบค่าของกระแสเหลือนี้กับค่ากระแสเหลือใช้งาน และทำหน้าที่เปิดวงจรป้องกันเมื่อกระแสเหลือมีค่าเกินค่าที่กำหนดให้ทำงาน

หมายเหตุ 1 RCCB มีเจตนาให้ใช้งานได้โดยคนที่ไม่ได้รับคำแนะนำ และออกแบบเพื่อไม่ต้องการให้มีการบำรุงรักษา ซึ่งอาจขอรับการรับรองตามมาตรฐานนี้ได้

หมายเหตุ 2 RCCB ภายใต้ขอบข่ายมาตรฐานนี้ถือว่าเหมาะสมสำหรับการแยกอิสระ(isolation) ตามข้อ 8.1.3

อาจต้องระวังเพิ่มเติม [เช่น ติดตั้งกับดักฟ้าผ่า(lighting arrester)] เมื่อแรงดันไฟฟ้าเกินอาจเกิดขึ้นด้านแหล่งจ่าย (เช่นในกรณีที่จ่ายไฟแบบสายพาดในอากาศ)

RCCB แบบทั่วไปต้องต้านการทริป(tripping)ที่ไม่พึงประสงค์ รวมถึงกรณีที่แรงดันไฟฟ้าเสิร์จ (เช่น แรงดันไฟฟ้าหรือกระสไฟฟ้าเกินชั่วครู่ที่เกิดจากการสวิตซ์หรือการเหนี่ยวนำจากฟ้าผ่า) ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในสิ่งติดตั้งทางไฟฟ้าและไม่มีการวาบไฟตามผิว

ให้ถือว่า RCCB แบบ S มีการป้องกันการทริปที่ไม่พึงประสงค์อย่างเพียงพอ ถึงแม้ว่าแรงดันไฟฟ้าเสิร์จทำให้เกิดการวาบไฟตามผิวและกระแสไฟฟ้าตามมา

หมายเหตุ 4 กับดักเสิร์จ(surge arrester)ที่ติดตั้งปลายทางของ RCCB แบบทั่วไปและต่อแบบวิธีร่วม (common mode) อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการทริปที่ไม่พึงประสงค์

หมายเหตุ 5 RCCB ที่มีระดับชั้นการป้องสูงกว่า IP 20 อาจมีข้อกำหนดด้านโครงสร้างพิเศษ

คุณลักษณะที่ต้องการเฉพาะที่จำเป็นสำหรับ

- เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน (ดู มอก.909)
- RCCB ที่ประกอบอยู่ข้างในหรือมีเจตนาเฉพาะให้ใช้งานร่วมกับเต้าเสียบไฟฟ้า เต้ารับไฟฟ้า หรือ คู่เต้าต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า สำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยหรือใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน

หมายเหตุ 6 ปัจจุบัน RCCB ที่ประกอบอยู่ข้างในหรือมีเจตนาเฉพาะให้ใช้งานร่วมกับเต้าเสียบไฟฟ้า หรือ เต้ารับไฟฟ้า อาจใช้ข้อกำหนดตามมาตรฐานนี้ร่วมกับข้อกำหนดของ มอก.2162 ในส่วนที่เกี่ยวข้องเท่าที่จะทำได้

ข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรรมนี้ ให้ใช้กับภาวะแวดล้อมปกติ (ดูข้อ 7.1) RCCB ที่ใช้งานในสถานที่ที่มีภาวะแวดล้อมรุนแรง อาจจำเป็นต้องมีข้อกำหนดเพิ่มเติม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึง RCCB ที่มีแบตเตอรี่รวมอยู่

2. เอกสารอ้างอิง

ว่าง

3. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ค่าของ “แรงดันไฟฟ้า” และ “กระแสไฟฟ้า” ต่อไปนี้ให้หมายถึงค่าที่เป็นค่ารากกำลังสองเฉลี่ย (root mean square, r.m.s.)

หมายเหตุ 1 คำอธิบายสัญลักษณ์ ให้เป็นไปตามภาคผนวก ซ.

3.1 บทนิยามที่เกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าไหลจากส่วนที่มีไฟฟ้าลงดิน

3.1.1 กระแสไฟฟ้าผิดพร่องลงดิน (earth fault current) หมายถึง กระแสไฟฟ้าไหลลงดิน อันเนื่องมาจากฉนวนผิดพร่อง

3.1.2 กระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน (earth leakage current) หมายถึง กระแสไฟฟ้าไหลจากส่วนที่มีไฟฟ้าของการติดตั้งลงดิน โดยไม่มีฉนวนผิดพร่อง

3.1.3 กระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่อง (pulsating direct current) หมายถึง กระแสไฟฟ้าที่มีรูปคลื่นเป็นแบบพัลส์ต่อเนื่อง ซึ่งสมมติให้มีค่า 0 หรือค่าที่ไม่เกิน 0.006 แอมแปร์ (กระแสตรง) เกิดขึ้นในแต่ละคาบของความถี่กำลังที่กำหนดระหว่างช่วงเวลาหนึ่งซึ่งค่ามุมที่วัดได้ไม่น้อยกว่า 150 องศา

3.1.4 มุมหน่วงกระแส α (current delay angle α) หมายถึง เวลาที่แสดงด้วยค่าเชิงมุมที่การเริ่มต้นนำกระแสไฟฟ้าถูกหน่วงด้วยการควบคุมเฟส

3.2 บทนิยามเกี่ยวกับการป้อนทางไฟฟ้าของเครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ

3.2.1 ปริมาณการป้อนทางไฟฟ้า (energizing quantity) หมายถึง ปริมาณการกระตุ้นทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยลำพังหรือร่วมกับค่าอย่างอื่นด้วยปริมาณเดียวกัน ซึ่งต้องจ่ายให้กับ RCCB เพื่อทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์ภายใต้ภาวะที่กำหนด

3.2.2 ปริมาณการป้อนทางไฟฟ้าด้านเข้า (energizing input-quantity) หมายถึง ปริมาณการป้อนทางไฟฟ้าที่ทำให้ RCCB ทำงานภายใต้ภาวะที่กำหนด

ภาวะนี้อาจรวมถึงการป้อนทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ประกอบ เป็นต้น

3.2.3 กระแสเหลือ (residual current, I_Δ) หมายถึง ผลรวมทางเวกเตอร์ของค่ากระแสไฟฟ้าขณะใด ๆ (instantaneous) ที่เกิดขึ้นในขณะที่ไหลผ่านวงจรหลักของ RCCB (แสดงค่าเป็นค่ารากกำลังสองเฉลี่ย ; r.m.s.)

3.2.4 กระแสเหลือใช้ทำงาน (residual operating current) หมายถึง ค่าของกระแสเหลือที่ทำให้ RCCB ทำงานภายใต้ภาวะที่กำหนด

3.2.5 กระแสเหลือที่ไม่ทำงาน (residual non-operating current) หมายถึง ค่าของกระแสเหลือเท่ากับหรือต่ำกว่าที่ไม่ทำให้ RCCB ทำงานภายใต้ภาวะที่กำหนด

3.3 บทนิยามเกี่ยวกับการทำงานและหน้าที่ของเครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ

3.3.1 เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ (residual current operated circuit-breaker) หมายถึง อุปกรณ์การสวิตช์ทางกลที่สามารถต่อวงจร นำกระแส และตัดวงจรภายใต้ภาวะใช้งานปกติ และตัดวงจรเมื่อกระแสเหลือถึงค่าที่กำหนดภายใต้ภาวะที่กำหนด

3.3.2 เครื่องตัดวงจรใช้กระแสเหลือแบบไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน; RCCB (residual current operated circuit-breaker without integral overcurrent protection) หมายถึง เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือที่ไม่ได้ออกแบบมาให้ทำหน้าที่ป้องกันโหลดเกินและ/หรือลัดวงจร

3.3.3 เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ; RCBO (residual current operated circuit- breaker with integral overcurrent protection) หมายถึง เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือที่ออกแบบมาให้ทำหน้าที่ป้องกันโหลดเกินและ/หรือลัดวงจร

3.3.4 RCCB ที่มีการหน้าที่ไม่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย (RCCB functionally independent of line voltage) หมายถึง RCCB ที่ทำหน้าที่ตรวจหา ประเมิน และตัดวงจรโดยไม่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย

หมายเหตุ อุปกรณ์นี้ หมายถึง อุปกรณ์ตัดวงจรกระแสเหลือที่ไม่มีแหล่งจ่ายช่วย

3.3.5 RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย (RCCB functionally dependent on line voltage) หมายถึง RCCB ที่ทำหน้าที่ตรวจหา ประเมิน และตัดกระแสไฟฟ้าโดยขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย

หมายเหตุ 1 บทนิยามนี้ครอบคลุมถึงบทนิยามบางส่วนของอุปกรณ์ตัดวงจรกระแสเหลือที่มีแหล่งจ่ายช่วย

หมายเหตุ 2 การป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับ RCCB มีไว้เพื่อตรวจหา ประเมิน หรือตัดวงจร

3.3.6 อุปกรณ์การสวิตช์ (switching device) หมายถึง อุปกรณ์การสวิตช์ที่ออกแบบให้ตัดหรือต่อกระแสไฟฟ้าในหนึ่งวงจร หรือมากกว่า

3.3.7 อุปกรณ์การสวิตช์ทางกล (mechanical switching device) หมายถึง อุปกรณ์การสวิตช์ที่ออกแบบให้ตัดหรือต่อวงจรหนึ่งวงจรหรือมากกว่า โดยการใช้หน้าสัมผัสที่แยกออกจากกันได้

3.3.8 RCCB ทริปอิสระ (trip-free RCCB) หมายถึง RCCB ที่มีหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ได้ซึ่งย้อนกลับและคงอยู่ในตำแหน่งเปิดวงจรเมื่อการทำงานเปิดโดยอัตโนมัติ เริ่มเกิดขึ้นหลังจากการทำงานปิด ถึงแม้ว่าคำสั่งปิดยังคงอยู่

หมายเหตุ เพื่อให้แน่ใจว่าการตัดวงจรของกระแสไฟฟ้าซึ่งอาจจะเกิดขึ้นมีความถูกต้อง อาจจำเป็นต้องทำให้หน้าสัมผัสขณะนั้นอยู่ในตำแหน่งปิดวงจร

3.3.9 เวลาตัดวงจรของ RCCB (break time of a RCCB) หมายถึง ระยะเวลาระหว่างทันทีที่กระแสเหลือถึงค่ากระแสเหลือใช้งานกับทันทีที่อาร์กที่ทุกขั้วดับหมด

3.3.10 ขีดจำกัดเวลาไม่ทำงาน (limiting non-actuating time) หมายถึง ระยะเวลาหน่วงสูงสุดเมื่อใช้กระแสเหลือ มีค่าสูงกว่ากระแสเหลือที่ไม่ทำงาน โดยไม่ทำให้ RCCB ทำงาน

3.3.11 RCCB แบบหน่วงเวลา (time-delay RCCB) หมายถึง RCCB ที่ออกแบบพิเศษให้มีขีดจำกัดเวลาไม่ทำงานตามที่กำหนดไว้ให้สมนัยกับกระแสเหลือที่กำหนด

3.3.12 ตำแหน่งปิดวงจร (closed position) หมายถึง ตำแหน่งในขณะที่วงจรหลักของ RCCB มีการต่ออย่างต่อเนื่องและมั่นคง

3.3.13 ตำแหน่งเปิดวงจร (open position) หมายถึง ตำแหน่งในขณะที่มีระยะห่างระหว่างหน้าสัมผัสขณะเปิดของ วงจรหลักของ RCCB อย่างมั่นคง

3.3.14 ขั้ว (pole) หมายถึง ส่วนของ RCCB ที่ใช้ร่วมกับส่วนที่นำไฟฟ้า อิสระจากวงจรหลัก มีเจตนาให้ใช้ในการต่อและตัดวงจรหลัก ทั้งนี้ไม่รวมส่วนที่ใช้สำหรับการติดตั้งของขั้วหลายขั้วให้ทำงานด้วยกัน

3.3.15 ขั้วตัดต่อสายกลาง (switched neutral pole) หมายถึง ขั้วที่มีเจตนาใช้เฉพาะตัดต่อสายกลางและไม่มีการกำหนดความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจร

3.3.16 วงจรหลักของ RCCB (main circuit of RCCB) หมายถึง ตัวนำทั้งหมดที่เป็นทางเดินกระแสไฟฟ้าของ RCCB (ดูข้อ 4.3)

3.3.17 วงจรควบคุมของ RCCB (control circuit of RCCB) หมายถึง วงจรที่ไม่ใช่วงจรหลัก ใช้ในการต่อวงจรหรือตัดวงจร หรือทั้งต่อและตัดวงจรของ RCCB

หมายเหตุ วงจรที่เจตนาให้ใช้สำหรับอุปกรณ์ทดสอบ ให้รวมอยู่ในนิยามนี้

3.3.18 วงจรช่วยของ RCCB (auxiliary circuit of RCCB) หมายถึง ตัวนำทั้งหมดที่เป็นทางเดินกระแสไฟฟ้าของวงจรที่ไม่ใช่วงจรหลักและวงจรควบคุมของ RCCB

3.3.19 RCCB แบบ AC (RCCB Type AC) หมายถึง RCCB ที่มีความแน่นอนในการทริปเมื่อเกิดกระแสเหลือชนิดกระแสไฟฟ้าสลับคลื่นไซนูซอยด์ (sinusoid) ทั้งกรณีกระแสเหลือทันทีหรือแบบเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ

3.3.20 RCCB แบบ A (RCCB Type A) หมายถึง RCCB ที่มีความแน่นอนในการทริปเมื่อเกิดกระแสเหลือชนิดกระแสไฟฟ้าสลับคลื่นไซนูซอยด์และกระแสเหลือชนิดกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่อง (residual pulsating direct current) ทั้งกรณีกระแสเหลือทันทีหรือแบบเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ

3.3.21 อุปกรณ์ทดสอบ (test device) หมายถึง อุปกรณ์ที่รวมเข้ากับ RCCB เพื่อจำลองภาวะกระแสเหลือเพื่อให้ RCCB ตัดวงจรภายใต้ภาวะที่กำหนด

3.4 บทนิยามเกี่ยวกับค่าและพิสัยของปริมาณการกระตุ้นทางไฟฟ้า

3.4.1 ค่าที่กำหนด (rated value) หมายถึง ค่าปริมาณที่กำหนดขึ้นโดยผู้ทำ สำหรับภาวะการทำงานเฉพาะของ RCCB

3.4.2 กระแสเกินที่ไม่ทำงานในวงจรหลัก (non-operating overcurrent in the main circuit)

บทนิยามของค่าขีดจำกัดของกระแสเกินที่ไม่ทำงาน ให้เป็นไปตามข้อ 3.4.2.1 และ ข้อ 3.4.2.2

หมายเหตุ ในกรณีที่เกิดกระแสเกินในวงจรหลักไม่มีกระแสเหลือ อุปกรณ์ตรวจหา อาจการทำงานได้เนื่องจากผลของการมีความไม่สมมาตรของอุปกรณ์ตรวจหาเอง

3.4.2.1 ค่าขีดจำกัดกระแสไฟฟ้าโหลดเกินในกรณีที่มีโหลดผ่าน RCCB ด้วยทางเดินกระแสไฟฟ้าสองทาง หมายถึง ค่าสูงสุดของกระแสเกินของโหลด ซึ่งในกรณีไม่มีความผิดพร่อง(fault)ใด ๆจากจากโครงหรือจากดินและไม่มีกระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน สามารถไหลผ่าน RCCB ด้วยทางเดินกระแสไฟฟ้าสองทาง โดยไม่ทำให้เครื่องตัดวงจรใช้กระแสเหลือทำงาน

3.4.2.2 ค่าขีดจำกัดกระแสไฟฟ้าโหลดเกินในกรณีของโหลดเฟสเดียว ผ่านขั้วสามขั้ว หรือ สี่ขั้ว ของ RCCB หมายถึง ค่าสูงสุดของกระแสเกินของโหลดเฟสเดียว ซึ่งในกรณีที่ไม่มีความผิดพร่องใด ๆ จากเปลือกหุ้มกับดินและไม่มีกระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน สามารถไหลผ่าน RCCB สามขั้ว หรือ สี่ขั้วของ โดยไม่ทำให้เครื่องตัดวงจรใช้กระแสเหลือทำงาน

3.4.3 กระแสไฟฟ้าลัดวงจรของกระแสเหลือที่ทนได้ หมายถึง ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดของกระแสเหลือที่ทำให้มั่นใจได้ว่า RCCB ทำงานได้ภายใต้ภาวะที่กำหนดและหากสูงกว่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรข้างต้นคุณลักษณะของอุปกรณ์อาจเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในสถานะที่ไม่สามารถกลับเข้าสู่คุณลักษณะเดิมได้

3.4.4 กระแสไฟฟ้าคาดหวัง (prospective current) หมายถึง กระแสไฟฟ้าซึ่งไหลผ่านในวงจร ถ้าแต่ละทางเดินกระแสไฟฟ้าประธานของ RCCB และอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน (ถ้ามี) แทนด้วยตัวนำที่มีอิมพิแดนซ์น้อยมาก

หมายเหตุ กระแสไฟฟ้าคาดหวังอาจยอมรับในลักษณะเดียวกับกระแสไฟฟ้าจริง เช่น กระแสไฟฟ้าตัดวงจรคาดหวัง กระแสไฟฟ้าค่ายอดคาดหวัง กระแสเหลือคาดหวัง (residual prospective current)

3.4.5 วิสัยสามารถการต่อวงจร (making capacity) หมายถึง ค่าองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสสลับของกระแสไฟฟ้าคาดหวังที่ RCCB สามารถต่อวงจรที่แรงดันไฟฟ้าที่แจ้งไว้ภายใต้ภาวะที่กำหนดของการใช้งานและการทำงานที่ได้อธิบายไว้

3.4.6 วิสัยสามารถการตัดวงจร (breaking capacity) หมายถึง ค่าองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสสลับของกระแสไฟฟ้าคาดหวัง ที่ RCCB สามารถตัดวงจรที่แรงดันไฟฟ้าที่แจ้งภายใต้ภาวะที่กำหนดของการใช้งานและการทำงานที่ได้อธิบายไว้

3.4.7 วิสัยสามารถการต่อและการตัดวงจรของกระแสเหลือ (residual making and breaking capacity)

หมายถึง ค่าขององค์ประกอบไฟฟ้ากระแสสลับของกระแสเหลือคาดหวังที่ RCCB สามารถต่อวงจรนำกระแสไฟฟ้า สำหรับช่วงเวลาเปิดวงจรและตัดวงจร ภายใต้ภาวะที่กำหนดของการใช้งานและการทำงานที่ได้อธิบายไว้

3.4.8 กระแสไฟฟ้าลัดวงจรแบบมีเงื่อนไข (conditional short-circuit current) หมายถึง ค่าองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสสลับของกระแสไฟฟ้าคาดหวังที่ RCCB ซึ่งป้องกันโดยอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจร ; SCPD (short circuit protection device) ที่ต่ออนุกรมซึ่งทนได้ภายใต้ภาวะที่กำหนดของการใช้งานและการทำงานที่ได้อธิบายไว้

3.4.9 กระแสไฟฟ้าลัดวงจรของกระแสเหลือแบบมีเงื่อนไข (conditional residual short-circuit current) หมายถึง ค่าองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสสลับของกระแสเหลือคาดหวังที่ RCCB ซึ่งป้องกันโดยอุปกรณ์ SCPD ที่ต่ออนุกรมซึ่งทนได้ภายใต้ภาวะที่กำหนดของการใช้งานและการทำงานที่ได้อธิบายไว้

3.4.10 ค่าขีดจำกัด (U_X และ U_Y) ของแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายที่ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าในสายเส้นไฟ

3.4.10.1 U_X หมายถึง ค่าต่ำสุดของแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายที่ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ยังคงทำงานได้ภายใต้ภาวะที่กำหนดในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายลดลง(ดูข้อ 9.17.1)

3.4.10.2 U_Y หมายถึง ค่าต่ำสุดของแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายที่ทำให้ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ซึ่งต่ำกว่าค่านี้จะเปิดวงจรอัตโนมัติ ในกรณีที่ไม่มีกระแสเหลือใด ๆ (ดูข้อ 9.17.2)

3.4.11 I^2t [ปริพันธ์ของจูล(joule integral)] หมายถึง ปริพันธ์ของกำลังสองของกระแสไฟฟ้าในช่วงเวลาที่กำหนด (t_0, t_1) :

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

3.4.12 แรงดันไฟฟ้าฟื้นตัว(recovery voltage) หมายถึง แรงดันไฟฟ้าที่ปรากฏระหว่างขั้วต่อสายของขั้วหนึ่งของ RCCB หลังจากการตัดวงจรของกระแสไฟฟ้า

หมายเหตุ 1. แรงดันไฟฟ้านี้อาจพิจารณาโดยประกอบด้วยช่วงเวลา 2 ช่วงต่อเนื่องกัน ช่วงเวลาที่ 1 เป็นแรงดันไฟฟ้าชั่วครู่ที่เกิดขึ้น ตามด้วยช่วงเวลาที่ 2 เป็นเฉพาะแรงดันไฟฟ้าความถี่กำลังที่เกิดขึ้น

หมายเหตุ 2. บทนิยามนี้อ้างถึง RCCB แบบขั้วเดี่ยว สำหรับ RCCB แบบหลายขั้ว แรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวหมายถึงแรงดันไฟฟ้าที่ปรากฏระหว่างขั้วต่อสายด้านแหล่งจ่ายของ RCCB

3.4.12.1 แรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวชั่วครู่ (transient recovery voltage) หมายถึง แรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวระหว่างเวลาที่มีคุณลักษณะเฉพาะชั่วครู่ที่มีนัยสำคัญ

หมายเหตุ แรงดันไฟฟ้าชั่วครู่อาจเป็นแบบแกว่งหรือแบบไม่แกว่งหรือทั้งสองแบบรวมกัน ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะเฉพาะของวงจรและ RCCB รวมถึงแรงดันไฟฟ้าเลื่อนของจุดเป็นกลางของวงจรหลายเฟส

3.4.12.2 แรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวความถี่กำลัง (power-frequency recovery voltage) หมายถึง แรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวหลังจากปรากฏการณ์แรงดันไฟฟ้าชั่วครู่หมดไป

3.5 บทนิยามเกี่ยวกับค่าและพิสัยของปริมาณอิทธิพล

3.5.1 ปริมาณอิทธิพล (influencing quantity) หมายถึง ปริมาณใด ๆที่ดัดแปรการทำงานที่กำหนดของ RCCB

3.5.2 ค่าอ้างอิงของปริมาณอิทธิพล (reference value of an influencing quantity) หมายถึง ค่าของปริมาณที่ผู้ทำอ้างอิงไว้ ซึ่งแจ้งเป็นคุณลักษณะเฉพาะ

3.5.3 ภาวะอ้างอิงของปริมาณอิทธิพล (reference conditions of influencing quantity) หมายถึง ค่าอ้างอิงของปริมาณอิทธิพลทั้งหมดรวมกัน

3.5.4 พิสัยของปริมาณอิทธิพล (range of an influencing quantity) หมายถึง พิสัยของปริมาณอิทธิพลค่าใดค่าหนึ่งที่ยอมให้ RCCB ทำงานภายใต้ภาวะที่กำหนด โดยที่ปริมาณอิทธิพลอื่นมีค่าที่ค่าอ้างอิง

3.5.5 พิสัยปลายสุดของปริมาณอิทธิพล (extreme range of an influencing quantity) หมายถึง พิสัยของปริมาณอิทธิพลที่ RCCB ยังทนรับการเปลี่ยนแปลงการผันกลับที่เกิดขึ้นเองได้ แม้ว่าไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามข้อกำหนดใด ๆของมาตรฐานนี้

3.5.6 อุณหภูมิอากาศโดยรอบ (ambient air temperature) หมายถึง อุณหภูมิของอากาศโดยรอบ RCCB ภายใต้ภาวะที่กำหนด

หมายเหตุ RCCB ที่ติดตั้งภายในเปลือกหุ้ม หมายถึงอุณหภูมิของอากาศที่อยู่ภายนอกเปลือกหุ้มนั้น

3.6 บทนิยามเกี่ยวกับขั้วต่อสาย

3.6.1 ขั้วต่อสาย (terminal) หมายถึง ขั้วต่อสายที่เป็นชิ้นส่วนตัวนำของ RCCB เพื่อใช้ต่อทางไฟฟ้ากับวงจรภายนอกได้หลาย ๆ ครั้ง

3.6.2 ขั้วต่อสายแบบหมุดเกลียว (screw-type terminal) หมายถึง ขั้วต่อสำหรับการต่อและการปลดในภายหลัง (subsequent disconnection) กับตัวนำหนึ่งเส้น หรือการต่อระหว่าง (interconnection) ตัวนำตั้งแต่ 2 เส้นขึ้นไป การต่อหรือปลดทำได้ด้วยหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียว (nut) ทุกชนิดทั้งทางตรงหรือทางอ้อม

3.6.3 ขั้วต่อสายแท่งเกลียว (pillar terminal) หมายถึง ขั้วต่อแบบหมุดเกลียวซึ่งใช้ปลายของหมุดเกลียวหนึ่งหรือหลายตัวหนีบยึดตัวนำที่สอดเข้าไปในรูหรือช่องของขั้วต่อ อาจหนีบยึดโดยตรงด้วยปลายของหมุดเกลียวหรือโดยผ่านตัวกลางอื่นที่รับแรงกดจากปลายของหมุดเกลียวก็ได้

หมายเหตุ ตัวอย่างขั้วต่อสายแท่งเกลียวแสดงไว้ในภาคผนวก ซ. รูปที่ ซ.1

3.6.4 ขั้วต่อสายหัวหมุดเกลียว (screw terminal) หมายถึง ขั้วต่อแบบหมุดเกลียวซึ่งหนีบยึดตัวนำอยู่ข้างใต้หัวของหมุดเกลียว อาจหนีบยึดโดยตรงด้วยหัวของหมุดเกลียวหนึ่งตัวหรือโดยผ่านตัวกลางอื่น เช่น แหวนรอง แผ่นหนีบยึด หรืออุปกรณ์ป้องกันการถ่างออก (anti-spread device)

หมายเหตุ ตัวอย่างขั้วต่อสายหัวหมุดเกลียวแสดงไว้ในภาคผนวก ซ. รูปที่ ซ.2

3.6.5 ขั้วต่อสายแกนเกลียว (stud terminal) หมายถึง ขั้วต่อแบบหมุดเกลียวซึ่งหนีบยึดตัวนำอยู่ข้างใต้แป้นเกลียว อาจหนีบยึดโดยตรงด้วยแป้นเกลียวรูปร่างเหมาะสมหนึ่งตัวหรือโดยผ่านชิ้นส่วนขั้นกลางหนึ่งชิ้น เช่น แหวนรอง แผ่นหนีบยึด หรืออุปกรณ์ป้องกันการเคลื่อนตัว

หมายเหตุ ตัวอย่างขั้วต่อสายแกนเกลียวแสดงไว้ในภาคผนวก ซ. รูปที่ ซ.2

3.6.6 ขั้วต่อรูปอาน (saddle terminal) หมายถึง ขั้วต่อแบบหมุดเกลียวซึ่งหนีบยึดตัวนำให้อยู่ใต้ประกับด้วยหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวจำนวนตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป

หมายเหตุ ตัวอย่างขั้วต่อรูปอานแสดงไว้ในภาคผนวก ซ. รูปที่ ซ.3

3.6.7 ขั้วต่อหูสาย (lug terminal) หมายถึง ขั้วต่อหัวหมุดเกลียวหรือขั้วต่อแกนเกลียว ที่ออกแบบสำหรับยึดหูสาย (cable lug) แท่งตัวนำ (bar) ด้วยหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียว

หมายเหตุ ตัวอย่างขั้วต่อหูสายแสดงไว้ในภาคผนวก ซ. รูปที่ ซ.4

3.6.8 ขั้วต่อแบบไร้หมุดเกลียว (screwless-type terminal) หมายถึง ขั้วต่อสำหรับการต่อและการปลดในภายหลังกับตัวนำหนึ่งเส้น หรือการต่อระหว่างตัวนำตั้งแต่ 2 เส้นขึ้นไปซึ่งสามารถปลดแยกส่วนได้ การต่อหรือปลดทำได้ด้วยขดสปริง ลิ่ม ชิ้นส่วนมีรูปทรงเยื้องศูนย์กลาง หรือชิ้นส่วนรูปทรงกรวย ฯลฯทั้งโดยตรงหรือโดยอ้อม โดยไม่ต้องเตรียมตัวนำขึ้นเป็นพิเศษนอกจากปอกฉนวนออกเท่านั้น

3.6.9 หมุดเกลียวปล่อย (tapping screw) หมายถึง หมุดเกลียวที่ทำจากวัสดุที่มีความทนต่อการผิดรูปสูงเมื่อใช้แรงหมุนเข้าไปในรูวัสดุที่มีความทนต่อการผิดรูปน้อยกว่าของหมุดเกลียว

หมุดเกลียวปล่อยนี้ต้องเป็นเกลียวเรียว (tapered thread) เกลียวที่เกิดจากการใช้งานของหมุดเกลียวจะยึดแน่นมั่นคงเมื่อมีจำนวนรอบหมุนเกินกว่าจำนวนเกลียวบนส่วนปลายตัดเรียว

3.6.10 หมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวเต็ม (thread forming tapping screw) หมายถึง หมุดเกลียวปล่อยที่มีเกลียวต่อเนื่องกัน ซึ่งเกลียวนี้ไม่ได้ทำหน้าที่ขับวัสดุออกจากรูเกลียว

หมายเหตุ ตัวอย่างหมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวเต็มแสดงไว้ในรูปที่ 1

3.6.11 หมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวตัด (thread cutting tapping screw) หมายถึง หมุดเกลียวปล่อยที่มีเกลียวไม่ต่อเนื่องกัน ซึ่งเกลียวตัดนี้ทำหน้าที่ขับวัสดุออกจากรูเกลียว

หมายเหตุ ตัวอย่างหมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวตัดแสดงไว้ในรูปที่ 2

3.7 บทนิยามเกี่ยวกับภาวะการทำงาน

3.7.1 การทำงาน (operation) หมายถึง การปรับเปลี่ยนตำแหน่งของหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ได้จากตำแหน่งเปิดวงจรไปยังตำแหน่งปิดวงจร หรือกลับกันในทำนองเดียวกัน

หมายเหตุ ถ้าจำเป็นต้องแบ่งแยกการทำงานในลักษณะทางไฟฟ้า (เช่น ต่อหรือตัด) ให้หมายถึง การทำงานโดยการสวิตช์ และการทำงานในลักษณะทางกล (เช่น ปิดหรือเปิด) ให้หมายถึง การทำงานทางกล

3.7.2 การทำงานปิด (closing operation) หมายถึง การทำงานโดยที่ RCCB เปลี่ยนจากตำแหน่งเปิดวงจรไปยังตำแหน่งปิดวงจร

3.7.3 การทำงานเปิด (opening operation) หมายถึง การทำงานโดยที่ RCCB เปลี่ยนจากตำแหน่งปิดวงจรไปยังตำแหน่งเปิดวงจร

3.7.4 วัฏจักรการทำงาน (operating cycle) หมายถึง การทำงานอย่างสมบูรณ์จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง และกลับไปยังตำแหน่งเดิม

3.7.5 ลำดับการทำงาน (sequence of operation) หมายถึง ลำดับของการทำงานที่กำหนดอย่างสมบูรณ์ภายในช่วงเวลาที่กำหนด

3.7.6 ระยะห่างในอากาศ (clearance) (ดูภาคผนวก ข.) หมายถึง ระยะห่างที่สั้นที่สุดเมื่อวัดผ่านอากาศระหว่างส่วนที่นำไฟฟ้าได้สองส่วน

หมายเหตุ เพื่อจุดประสงค์ของการหาระยะห่างในอากาศกับส่วนที่แตะต้องถึงได้ พื้นผิวที่แตะต้องถึงของเปลือกหุ้มที่เป็นฉนวนต้องพิจารณาว่าเป็นส่วนที่นำไฟฟ้าและต้องหุ้มด้วยโลหะเปลวและสัมผัสได้ด้วยมือหรือนิ้วทดสอบตามรูปที่ 3 (ดูภาคผนวก ข.)

3.7.7 ระยะห่างตามผิวฉนวน (creepage distance) (ดูภาคผนวก ข.) หมายถึง ระยะห่างที่สั้นที่สุดเมื่อวัดไปตามผิวฉนวนระหว่างส่วนที่นำไฟฟ้าได้สองส่วน

หมายเหตุ เพื่อจุดประสงค์ของการหาระยะห่างตามผิวฉนวนกับส่วนที่แตะต้องถึงได้ พื้นผิวที่แตะต้องถึงของเปลือกหุ้มที่เป็นฉนวนต้องพิจารณาว่าเป็นส่วนที่นำไฟฟ้าและต้องหุ้มด้วยโลหะเปลวและสัมผัสได้ด้วยมือหรือนิ้วทดสอบตามรูปที่ 3 (ดูภาคผนวก ข.)

3.8 บทนิยามเกี่ยวกับการทดสอบ

3.8.1 การทดสอบเฉพาะแบบ (type test) หมายถึง

การทดสอบที่กระทำกับอุปกรณ์หนึ่งหรือหลายตัว เพื่อแสดงว่าการออกแบบนั้นเป็นไปตามข้อกำหนดที่ต้องการ

3.8.2 การทดสอบประจำ (routine test) หมายถึง

การทดสอบที่กระทำกับอุปกรณ์แต่ละตัวระหว่างและ/หรือหลังการผลิต เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นไปตามข้อกำหนดที่ต้องการ

4. การจำแนกประเภท

RCCB จำแนกประเภทดังต่อไปนี้

4.1 ตามวิธีการทำงาน

4.1.1 RCCB ที่มีการหน้าที่ไม่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย (ดูข้อ 3.3.4)

4.1.2 RCCB ที่มีการหน้าที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย (ดูข้อ 3.3.5)

4.1.2.1 เปิดวงจรอย่างอัตโนมัติในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายล้มเหลวโดยไม่มีหรือมีการหน่วงเวลา (ดูข้อ 8.12)

ก) ปิดวงจรคืนอย่างอัตโนมัติ เมื่อแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย กลับคืนปกติ

ข) ไม่ปิดวงจรคืนอย่างอัตโนมัติ เมื่อแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย กลับคืนปกติ

4.1.2.2 ไม่เปิดวงจรอย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ล้มเหลว

ก) สามารถทริปได้ในกรณีที่มีสถานการณ์อันตราย (เช่น เนื่องจากความผิดพร่องลงดิน) อันเกิดจากความล้มเหลวของแรงดันไฟฟ้า

ข) ไม่สามารถทริปได้ในกรณีที่มีสถานการณ์อันตราย (เช่น เนื่องจากความผิดพร่องลงดิน) อันเกิดจากความล้มเหลวของแรงดันไฟฟ้า

4.2 ตามแบบการติดตั้ง

- RCCB สำหรับการติดตั้งยึดกับที่ และการเดินสายไฟฟ้ายึดกับที่

- RCCB สำหรับการติดตั้งแบบเคลื่อนที่ได้ และต่อกับสายอ่อน (ของอุปกรณ์กับแหล่งจ่าย)

4.3 ตามจำนวนขั้วและทางเดินกระแสไฟฟ้า

- RCCB แบบขั้วเดี่ยว มีทางเดินกระแสไฟฟ้า 2 ทาง ;
- RCCB แบบ 2 ขั้ว ;
- RCCB แบบ 3 ขั้ว ;
- RCCB แบบ 3 ขั้ว มีทางเดินกระแสไฟฟ้า 4 ทาง ;
- RCCB แบบ 4 ขั้ว

4.4 ตามความเป็นไปได้ของการปรับตั้งกระแสเหลือใช้งาน

- RCCB ที่มีกระแสเหลือใช้งานที่กำหนดค่าเดียว
- RCCB ที่มีการปรับตั้งค่ากระแสเหลือใช้งานได้หลายค่า โดยแต่ละขั้นมีค่าคงตัว (ดู หมายเหตุ ข้อ 5.2.3)

4.5 ตามความต้านทานต่อการทริปที่ไม่พึงประสงค์เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าเสิร์จ

- RCCB ที่มีความต้านทานปกติต่อการทริปที่ไม่พึงประสงค์ (แบบทั่วไป ดังแสดงในตารางที่ 1)
- RCCB ที่มีความต้านทานเพิ่มขึ้นต่อการทริปที่ไม่พึงประสงค์ (แบบ S ดังแสดงในตารางที่ 1)

4.6 ตามการทำงานเมื่อมีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง

- RCCB แบบ AC
- RCCB แบบ A

4.7 ตามการหน่วงเวลา (เมื่อมีกระแสเหลือ)

- RCCB ที่ไม่มีการหน่วงเวลา : แบบใช้งานทั่วไป
- RCCB ที่มีการหน่วงเวลา : แบบ S สำหรับการเลือกการประสาน(selectivity)

4.8 ตามการป้องกันอิทธิพลจากภายนอก

- RCCB ที่มีเปลือกหุ้ม (ไม่ต้องการเปลือกหุ้มเพิ่มเติม)
- RCCB ที่ไม่มีเปลือกหุ้ม (ต้องมีเปลือกหุ้มเมื่อใช้งาน)

4.9 ตามวิธีการติดตั้ง (mounting)

- RCCB แบบติดตั้งบนพื้นผิว
- RCCB แบบติดตั้งแบบฝัง
- RCCB แบบติดตั้งในแผงสวิตช์ (panel board) หรือแผงจ่ายไฟ (distribution board)

หมายเหตุ RCCB ทุกแบบข้างต้นอาจมีเจตนาให้ติดตั้งบนรางได้

4.10 ตามวิธีการต่อสาย

- RCCB ที่มีการต่อสายไม่ขึ้นกับการติดตั้งทางกล
- RCCB ที่มีการต่อสายขึ้นกับการติดตั้งทางกล เช่น
  - แบบเสียบ (plug-in)
  - แบบสลักเกลียว (bolt-on)

หมายเหตุ RCCB อาจเป็นแบบเสียบหรือแบบสลักเกลียวเฉพาะด้านแหล่งจ่าย โดยทั่วไปการต่อสายด้านโหลดจะใช้วิธีการต่อสาย

5. คุณลักษณะเฉพาะของ RCCB

5.1 สรุปคุณลักษณะเฉพาะ

ให้สรุปคุณลักษณะเฉพาะของ RCCB ดังต่อไปนี้

- แบบการติดตั้ง (ดูข้อ 4.2)
- จำนวนขั้วและทางเดินกระแสไฟฟ้า (ดูข้อ 4.3)
- กระแสไฟฟ้าที่กำหนด I_n (ดูข้อ 5.2.2)
- กระแสเหลือใช้ทำงานที่กำหนด $I_{\Delta n}$ (ดูข้อ 5.2.3)
- กระแสเหลือที่ไม่ทำงานที่กำหนด (ดูข้อ 5.2.4)
- แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด U_n (ดูข้อ 5.2.1)
- ความถี่ที่กำหนด (ดูข้อ 5.2.5)
- วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสที่กำหนด I_m (ดูข้อ 5.2.6)
- วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด $I_{\Delta m}$ (ดูข้อ 5.2.7)
- การหน่วงเวลา (ถ้ามี) (ดูข้อ 5.2.8)
- คุณลักษณะเฉพาะการทำงานในกรณีกระแสเหลือที่มีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง (ดูข้อ 5.2.9)
- การประสานของฉนวน รวมทั้งระยะห่างในอากาศ และระยะห่างตามผิวฉนวน (ดูข้อ 5.2.10)
- ระดับชั้นการป้องกัน(ดู มอก.513)
- กระแสไฟฟ้าลัดวงจรภายใต้ภาวะที่กำหนด I_{nc} (ดูข้อ 5.4.2)
- กระแสไฟฟ้าลัดวงจรของกระแสเหลือภายใต้ภาวะที่กำหนด $I_{\Delta c}$ (ดูข้อ 5.4.3)

สำหรับ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย

- การทำงานของ RCCB ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายล้มเหลว (ดูข้อ 4.1.2)

5.2 ปริมาณที่กำหนดและคุณลักษณะเฉพาะอื่นๆ

5.2.1 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

5.2.1.1 แรงดันไฟฟ้าทำงานที่กำหนด (U_e)

แรงดันไฟฟ้าทำงานที่กำหนด (ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า “แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด”) ของ RCCB คือค่าแรงดันไฟฟ้าที่ระบุโดยผู้ทำเพื่อใช้อ้างอิงถึงสมรรถนะ

หมายเหตุ RCCB เครื่องเดียวกันอาจจะระบุด้วยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดหลายค่าพร้อมกับความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดที่สอดคล้องกัน

5.2.1.2 แรงดันไฟฟ้าฉนวนที่กำหนด (U_i)

แรงดันไฟฟ้าฉนวนที่กำหนดของ RCCB คือค่าแรงดันไฟฟ้าที่ระบุโดยผู้ทำที่ใช้อ้างอิงในการทดสอบความทนทางไดอิเล็กทริกและระยะห่างตามผิวฉนวน

หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น แรงดันไฟฟ้าฉนวนที่กำหนดคือค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดสูงสุดของ RCCB ไม่มีกรณีใดที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดสูงสุดเกินแรงดันไฟฟ้าฉนวนที่กำหนด

5.2.2 กระแสไฟฟ้าที่กำหนด (I_n)

กระแสไฟฟ้าที่ระบุโดยผู้ทำซึ่ง RCCB สามารถนำกระแสไฟฟ้านี้ในขณะทำงานแบบไม่มีการหยุดชะงัก

5.2.3 กระแสเหลือใช้ทำงานที่กำหนด ($I_{\Delta n}$)

ค่ากระแสเหลือที่ใช้ทำงาน (ดูข้อ 3.2.4) ของ RCCB ที่ระบุโดยผู้ทำ ซึ่งทำให้ RCCB ทำงานภายใต้ภาวะที่กำหนด

หมายเหตุ RCCB ที่ตั้งกระแสเหลือใช้งานได้หลายค่า ให้ใช้ค่าที่ตั้งได้สูงสุดเป็นค่าที่ระบุ

5.2.4 กระแสเหลือที่ไม่ทำงานที่กำหนด ($I_{\Delta no}$)

ค่าของกระแสเหลือที่ไม่ทำงาน (ดูข้อ 3.2.5) ของ RCCB ที่ระบุโดยผู้ทำ ซึ่ง RCCB จะไม่ทำงานภายใต้ภาวะที่กำหนด

5.2.5 ความถี่ที่กำหนด

ความถี่ที่กำหนดของ RCCB เป็นความถี่กำลัง ที่ออกแบบไว้สำหรับ RCCB และค่าของคุณลักษณะเฉพาะอื่นที่สมนัยกัน

หมายเหตุ RCCB เครื่องเดียวกันอาจ ระบุความถี่ที่กำหนดหลายค่า

5.2.6 วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสที่กำหนด (I_m)

ค่า r.m.s. ขององค์ประกอบไฟฟ้ากระแสสลับของกระแสคาดหวัง (ดูข้อ 3.4.4) ที่ระบุโดยผู้ทำ ซึ่ง RCCB สามารถต่อวงจร นำกระแสไฟฟ้าและตัดวงจรภายใต้ภาวะที่กำหนด

ภาวะที่กำหนด ให้เป็นไปตามข้อ 9.11.2.2

5.2.7 วิสัยสามารถการต่อ นำกระแสไฟฟ้าและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด ($I_{\Delta m}$)

ค่า r.m.s.ขององค์ประกอบไฟฟ้ากระแสสลับของกระแสเหลือคาดหวัง (ดูข้อ 3.2.3 และ ข้อ 3.4.4) ที่ระบุโดยผู้ทำ ซึ่ง RCCB สามารถต่อวงจร นำกระแสไฟฟ้าและตัดวงจรภายใต้ภาวะที่กำหนด

ภาวะที่กำหนด ให้เป็นไปตามข้อ 9.11.2.3

5.2.8 RCCB แบบ S

RCCB แบบหน่วงเวลา (ดูข้อ 3.3.11) เป็นไปตามส่วนที่เกี่ยวเนื่องตามตารางที่ 1

5.2.9 คุณลักษณะเฉพาะการทำงานในกรณีของกระแสเหลือที่มีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง

5.2.9.1 RCCB แบบ AC

RCCB ที่มีความแน่นอนในการทริปเมื่อเกิดกระแสเหลือชนิดกระแสไฟฟ้าสลับคลื่นไซนูซอยด์ทั้งกรณีกระแสเหลือทันทีหรือแบบเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ

5.2.9.2 RCCB แบบ A

RCCB ที่มีความแน่นอนในการทริปเมื่อเกิดกระแสเหลือชนิดกระแสไฟฟ้าสลับคลื่นไซนูซอยด์และชนิดกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่อง ทั้งกรณีกระแสเหลือทันทีหรือแบบเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ

5.2.10 การประสานของฉนวน รวมทั้งระยะห่างในอากาศ และระยะห่างตามผิวฉนวน

ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนให้เป็นไปตามข้อ 8.1.3

5.3 ค่ามาตรฐานและค่าที่นิยมใช้

5.3.1 ค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดที่นิยมใช้ (U_n) ให้เป็นไปตามตารางดังนี้

RCCB		วงจรแหล่งจ่ายของ RCCB	แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด
แบบขั้วเดี่ยว	ที่มีทางเดินกระแสไฟฟ้าสองทาง	เฟสเดียว เฟสกับสายกลาง	230 V
แบบ 2 ขั้ว	ที่มีทางเดินกระแสไฟฟ้าสองทาง	เฟสเดียว เฟสกับสายกลาง เฟสเดียว เฟสกับเฟส	230 V 400 V
แบบ 3 ขั้ว	ที่มีทางเดินกระแสไฟฟ้าสามทาง	3 เฟส 3 สาย	400 V
แบบ 3 ขั้ว	ที่มีทางเดินกระแสไฟฟ้าสี่ทาง	3 เฟส 4 สาย	400 V
แบบ 4 ขั้ว		3 เฟส 4 สาย	400 V

หมายเหตุ อย่างไรก็ตามในมาตรฐานนี้ มีค่าอ้างอิง 230 โวลต์ และ 400 โวลต์ หมายความรวมถึง 220 โวลต์ หรือ 240 โวลต์ และ 380 โวลต์ หรือ 415 โวลต์ ตามลำดับ

5.3.2 ค่ากระแสไฟฟ้าที่กำหนดที่นิยมใช้ (I_n)

ค่ากระแสไฟฟ้าที่กำหนดที่นิยมใช้ คือ 10-13-16-20-25-32-40-63-80-100-125 แอมแปร์

5.3.3 ค่ามาตรฐานของกระแสเหลือใช้ทำงานที่กำหนด ($I_{\Delta n}$)

ค่ามาตรฐานของกระแสเหลือใช้ทำงานที่กำหนด คือ 0.006-0.01-0.03-0.1-0.3-0.5 แอมแปร์

5.3.4 ค่ามาตรฐานของกระแสเหลือที่ไม่ทำงานที่กำหนด ($I_{\Delta no}$)

ค่ามาตรฐานของกระแสเหลือที่ไม่ทำงาน คือ 0.5 $I_{\Delta n}$

หมายเหตุ สำหรับกระแสเหลือชนิดกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่อง ค่ากระแสเหลือไม่ใช้งานขึ้นอยู่กับมุมหน่วงกระแส α (ดูข้อ 3.1.4)

5.3.5 ค่ามาตรฐานต่ำสุดของค่ากระแสเกินที่ไม่ทำงาน ในกรณีของโหลดสมดุลหลายเฟส ผ่าน RCCB หลายขั้ว(ดู ข้อ 3.4.2.1)

ค่ามาตรฐานต่ำสุดของค่ากระแสไม่ทำงานในกรณีโหลดสมดุลหลายเฟส ผ่าน RCCB คือ 6 I_n

5.3.6 ค่ามาตรฐานต่ำสุดของค่ากระแสเกินที่ไม่ทำงาน ในกรณีของโหลดเฟสเดียวผ่าน RCCB 3 ขั้ว หรือ 4 ขั้ว (ดู ข้อ 3.4.2.2)

ค่ามาตรฐานต่ำสุดของค่ากระแสเกินไม่ทำงานในกรณีโหลดสมดุลเฟสเดียว ผ่าน RCCB 3 ขั้ว หรือ 4 ขั้ว คือ 6 I_n

5.3.7 ค่านิยมของความถี่ที่กำหนด

ค่านิยมของความถี่ที่กำหนด คือ 50 เฮิรตซ์

ถ้าใช้ค่าอื่น ต้องแสดงเครื่องหมายค่าความถี่ที่กำหนดบนอุปกรณ์และทดสอบที่ความถี่นี้

5.3.8 ค่าต่ำสุดของวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสที่กำหนด(I_m)

ค่าต่ำสุดของวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสที่กำหนด I_m คือ 10 I_n หรือ 500 แอมแปร์ แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่า

ตัวประกอบกำลังที่ใช้ร่วมกัน ให้เป็นไปตามตารางที่ 16

5.3.9 ค่าต่ำสุดของวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด($I_{\Delta m}$)

ค่าต่ำสุดของวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด $I_{\Delta m}$ คือ 10 I_n หรือ 500 แอมแปร์ แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่า

ตัวประกอบกำลังที่ใช้ร่วมกัน ให้เป็นไปตามตารางที่ 16

5.3.10 ค่ามาตรฐานและค่านิยมของกระแสไฟฟ้าลัดวงจรภายใต้ภาวะที่กำหนด (I_{nc})

5.3.10.1 ไม่เกิน 10 000 แอมแปร์

ค่ามาตรฐานที่กำหนดของกระแสไฟฟ้าลัดวงจรภายใต้ภาวะที่กำหนด คือ

3 000-4 500-6 000-10 000 แอมแปร์

ตัวประกอบกำลังที่ใช้ร่วมกัน ให้เป็นไปตามตารางที่ 16

5.3.10.2 ค่าเกิน 10 000 แอมแปร์

สำหรับค่าเกิน 10 000 แอมแปร์ แต่ไม่เกิน 25 000 แอมแปร์ ค่านิยมคือ 20 000 แอมแปร์

ตัวประกอบกำลังที่ใช้ร่วมกัน ให้เป็นไปตามตารางที่ 16

ไม่รวมค่าเกิน 25 000 แอมแปร์ ในมาตรฐานนี้

5.3.11 ค่ามาตรฐานของกระแสไฟฟ้าลัดวงจรของกระแสเหลือภายใต้ภาวะที่กำหนด ($I_{\Delta c}$)

5.3.11.1 ค่ามาตรฐานไม่เกิน 10 000 แอมแปร์

ค่ามาตรฐานของความทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรภายใต้ภาวะที่กำหนดไม่เกิน 10 000 แอมแปร์ คือ

3 000-4 500-6 000-10 000 แอมแปร์

ค่า 500 1 000 1 500 แอมแปร์ เป็นค่ามาตรฐานสำหรับ RCCB ที่รวมอยู่หรือเป็นส่วนหนึ่งของเต้ารับ

ตัวประกอบกำลังที่ใช้ร่วมกัน ให้เป็นไปตามตารางที่ 16

5.3.11.2 ค่ามาตรฐานเกิน 10 000 แอมแปร์

ค่ามาตรฐานเกิน 10 000 แอมแปร์ แต่ไม่เกิน 25 000 แอมแปร์ ค่าที่นิยมใช้คือ 20 000 แอมแปร์

ตัวประกอบกำลังที่ใช้ร่วมกัน ให้เป็นไปตามตารางที่ 16

ไม่รวมค่าเกิน 25 000 แอมแปร์ ในมาตรฐานนี้

5.3.12 ค่ามาตรฐานของเวลาตัดวงจรและเวลาไม่ตัดวงจรสำหรับการทำงาน

ค่ามาตรฐานของเวลาตัดวงจร (ดูข้อ 3.3.9) และเวลาไม่ตัดวงจร (ดูข้อ 3.3.10) สำหรับ RCCB แบบ AC ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่ามาตรฐานของเวลาตัดวงจรและเวลาไม่ตัดวงจร

(ข้อ 3.2.4 ข้อ 3.2.5 ข้อ 4.5 ข้อ 5.2.8 ข้อ 5.3.12 ข้อ 9.9.2.2 ข้อ 9.9.2.3 ข้อ 9.17.1 และข้อ 9.21.1.2)

แบบ	I_n	$I_{\Delta n}$	ค่ามาตรฐานของเวลาตัดวงจรและเวลาไม่ตัดวงจรที่กระแสเหลือ (I_{Δ}) เท่ากับ s				
	A	A	$I_{\Delta n}$	$2\ I_{\Delta n}$	$5\ I_{\Delta n}$ 1)	5 A 10 A 20 A 2) 50 A 100 A 200 A 500 A	
ทั่วไป	ทุกค่า	ทุกค่า	0.3	0.15	0.04	0.04	เวลาตัดวงจรสูงสุด
S	≥ 25	> 0.030	0.5	0.2	0.15	0.15	เวลาตัดวงจรสูงสุด
			0.13	0.06	0.05	0.04	เวลาไม่ตัดวงจรต่ำสุด (ไม่ทริป)

หมายเหตุ 1) RCCB แบบทั่วไป ที่มี $I_{\Delta n} \leq 0.030$ A อาจเลือกใช้ 0.25 A แทน 5 $I_{\Delta n}$ ได้

2) การทดสอบที่ 5 A 10 A 20 A 50 A 100 A และ 200 A ให้กระทำเฉพาะระหว่างการทวนสอบความถูกต้องของการทำงาน ตามข้อ 9.9.2.4

RCCB แบบ A ให้ใช้เวลาตัดวงจงสูงสุด กำหนดไว้ในตารางที่ 1 ค่ากระแสไฟฟ้า (ได้แก่ $I_{\Delta n}$ $2\,I_{\Delta n}$ $5\ I_{\Delta n}$ 0.25 แอมแปร์ และ 500 แอมแปร์) อย่างไรก็ตาม การทดสอบตามข้อ 9.22.1.1 เพิ่มค่าได้ด้วยตัวคูณ 1.4 RCCB ที่มี $I_{\Delta n} > 0.01$ แอมแปร์ และด้วยตัวคูณ 2 สำหรับ RCCB ที่มี $I_{\Delta n} \leq 0.01$ แอมแปร์

5.4 การประสานของอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจร (SCPDs)

5.4.1 ทั่วไป

ต้องป้องกันการลัดวงจร RCCB โดยใช้เครื่องตัดวงจรอัตโนมัติหรือ ฟิวส์ ที่เป็นไปตามมาตรฐานที่เกี่ยวเนื่อง

ต้องทวนสอบการประสานระหว่าง RCCB และ SCPD ภายใต้ภาวะทั่วไป ตามข้อ 9.11.2.1 โดยวิธีทดสอบตามข้อ 9.11.2.4 ที่ออกแบบไว้เพื่อทวนสอบว่ามีการป้องกันการลัดวงจรของ RCCB อย่างเพียงพอถึงค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรภายใต้ภาวะที่กำหนด I_{nc} และถึงค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรของกระแสเหลือภายใต้ภาวะที่กำหนด $I_{\Delta c}$

5.4.2 กระแสไฟฟ้าลัดวงจรภายใต้ภาวะที่กำหนด(I_{nc})

ค่า r.m.s.ของกระแสไฟฟ้าลัดวงจรคาดหวัง ที่กำหนดโดยผู้ทำ ซึ่ง RCCB ป้องกันโดย SCPD สามารถทนได้ภายใต้ภาวะที่กำหนดโดยไม่ทำให้การทำงานตามหน้าที่เสียหายถึงแม้ว่าจะทำงานกลับไปกลับมาหลายครั้ง

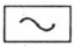
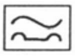
5.4.3 ภาวะที่กำหนดหมายถึงภาวะตามข้อ 9.11.2.4 ก)

5.4.4 ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรของกระแสเหลือภายใต้ภาวะที่กำหนด($I_{\Delta c}$)

ค่ากระแสเหลือคาดหวังที่กำหนดโดยผู้ทำ ซึ่ง RCCB ป้องกันโดย SCPD สามารถทนได้ภายใต้ภาวะที่กำหนดโดยไม่ทำให้การทำงานตามหน้าที่เสียหายถึงแม้ว่าจะทำงานกลับไปกลับมาหลายครั้ง ภาวะที่กำหนดหมายถึงภาวะตามข้อ 9.11.2.4 ค)

6. เครื่องหมายและฉลาก

ที่ RCCB แต่ละตัวต้องมีเครื่องหมายที่คงทน ถาวร ตามทุกข้อหรือบางข้อสำหรับ RCCB ขนาดเล็ก ดังต่อไปนี้

1) ชื่อผู้ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
2) ชื่อแบบ หมายเลขแค็ตตาล็อก หรือหมายเลขเครื่อง
3) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด
4) ความถี่ที่กำหนด ถ้า RCCB ถูกออกแบบที่ความถี่อื่นนอกเหนือจาก 50 เฮิรตซ์ และ/หรือ 60 เฮิรตซ์ (ดูข้อ 5.3.7)
5) กระแสไฟฟ้าที่กำหนด
6) กระแสเหลือใช้ทำงานที่กำหนด
7) การตั้งของกระแสเหลือใช้ทำงาน ในกรณีที่ RCCB มีกระแสเหลือใช้ทำงานหลายค่า
8) วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสไฟฟ้าที่กำหนด
9) ระดับชั้นการป้องกัน (ถ้าแตกต่างไปจาก IP20 เท่านั้น)
10) ตำแหน่งของการใช้งาน (ถ้าจำเป็น)
11) วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด ถ้าแตกต่างไปจากวิสัยสามารถการต่อและการตัดที่กำหนด
12) สัญลักษณ์ [S] ล้อมรอบด้วยสี่เหลี่ยมจัตุรัสสำหรับอุปกรณ์แบบ S
13) ตัวชี้บอกเพื่อแสดงว่าเป็นเฉพาะ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย
14) ส่วนทำงานของอุปกรณ์ทดสอบ แสดงเครื่องหมายด้วยตัวอักษร T
15) แผนผังการต่อสาย
16) คุณลักษณะเฉพาะการทำงานในกรณีของกระแสเหลือที่มีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง
    - RCCB แบบ AC ให้ใช้สัญลักษณ์ 
    - RCCB แบบ A ให้ใช้สัญลักษณ์ 

เครื่องหมายต้องอยู่บน RCCB หรืออยู่บนแผ่นป้ายเดียวหรือหลายแผ่นที่ติดอยู่กับ RCCB และต้องอยู่ในตำแหน่งที่อ่านได้ง่ายเมื่อติดตั้ง RCCB แล้ว

ถ้า RCCB มีขนาดเล็กและมีพื้นที่ว่างไม่เพียงพอที่จะทำเครื่องหมายตามรายละเอียดข้างต้นได้ทั้งหมด อย่างน้อยต้องทำเครื่องหมายตามข้อ 5) ข้อ 6) และข้อ 14) และมองเห็นได้ง่ายเมื่อติดตั้ง RCCB แล้ว อาจทำเครื่องหมายตามข้อ 1) ข้อ 2) ข้อ 3) ข้อ 10) ข้อ 11) และข้อ 15) ที่ด้านข้างหรือด้านหลังของ RCCB และมองเห็นได้ง่ายก่อนการติดตั้ง RCCB อาจทำเครื่องหมายที่มีข้อมูลตามข้อ 15) ที่ด้านในของฝาครอบใด ๆ ซึ่งต้องถอดออกก่อนเพื่อต่อสายไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ข้อมูลอื่น ๆ ที่เหลือที่ไม่สามารถทำเครื่องหมายได้ต้องแสดงไว้ในแค็ตตาล็อกของผู้ทำ

ผู้ทำต้องแสดงค่าเป็นปริพันธ์ของจูล I^2t และวิสัยสามารถทนกระแสไฟฟ้าค่ายอด I_p ของ RCCB ถ้าค่าเหล่านี้ไม่ได้แสดงไว้ ให้ใช้ค่าต่ำสุดตามตารางที่ 15

ผู้ทำต้องอ้างถึง SCPDs ที่เหมาะสม หนึ่งหน่วยหรือมากกว่าในแค็ตตาล็อกและในเอกสารที่ให้มากับ RCCB แต่ละตัว

RCCB ที่จัดประเภทตามข้อ 4.1.2.1 และเปิดวงจรแบบหน่วงเวลา ในกรณีที่เกิดความผิดพร่องของ

แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ผู้ทำต้องแสดงพิสัยของการหน่วงเวลา

นอกเหนือจาก RCCB ที่ทำงานด้วยปุ่มกด ตำแหน่งเปิดวงจรต้องแสดงด้วยสัญลักษณ์ “O” หรือ “OFF” และตำแหน่งปิดวงจรต้องแสดงด้วยสัญลักษณ์ “|” (เส้นตรงสั้น) หรือ “ON”

RCCB ที่ทำงานด้วยปุ่มกด 2 ปุ่ม ปุ่มกดที่ออกแบบสำหรับการทำงานเปิดอย่างเดียวเท่านั้นต้องเป็นสีแดง และ/หรือ ทำเครื่องหมายด้วยสัญลักษณ์ “O”

ห้ามใช้สีแดง สำหรับปุ่มกดอื่น ๆ ของ RCCB

ถ้าใช้ปุ่มกดสำหรับการปิดของหน้าสัมผัสและมีการระบุที่ชัดเจน ตำแหน่งที่ถูกกดลงต้องเพียงพอที่จะบอกว่าอยู่ในตำแหน่งปิดวงจร

ถ้าใช้ปุ่มกดตัวเดียวสำหรับการปิดและเปิดของหน้าสัมผัสและมีการระบุที่ชัดเจน ปุ่มกดที่คงอยู่ในตำแหน่งที่ถูกกดลงต้องเพียงพอที่จะบอกว่าอยู่ในตำแหน่งปิดวงจร ในทางกลับกัน ถ้าปุ่มไม่คงอยู่ในตำแหน่งที่ถูกกดลง ต้องมีการชี้บอกเพิ่มเติม

ถ้ามีความจำเป็นต้องชี้ให้เห็นความแตกต่างระหว่างขั้วต่อสายของแหล่งจ่ายกับขั้วต่อสายของโหลด ต้องมีเครื่องหมายที่ชัดเจน (เช่น ใช้คำว่า “แหล่งจ่าย (line)” และ “โหลด (load)” ติดไว้ใกล้กับขั้วต่อสายที่สมนัยกันหรือใช้ลูกศรชี้บอกทิศทางการไหลของกำลังไฟฟ้า)

ขั้วต่อสายที่มีเจตนาเฉพาะการต่อของวงจรสายกลางต้องแสดงด้วยตัวอักษร N

ขั้วต่อสายที่มีเจตนาสำหรับตัวนำป้องกัน (ถ้ามี) ต้องแสดงด้วยสัญลักษณ์ ⏚

หมายเหตุ สัญลักษณ์ ⏚ ที่เคยแนะนำให้ใช้ ต้องแทนด้วยสัญลักษณ์ดังแสดงข้างต้น

เครื่องหมายต้องคงทน ถาวร อ่านได้ง่าย และต้องไม่ทำบนหมุดเกลียว แหวนรองหรือชิ้นส่วนอื่นที่ถอดออกได้

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.3

7. ภาวะมาตรฐานสำหรับการใช้ทำงานและการติดตั้ง

7.1 ภาวะมาตรฐาน

RCCB ที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ ต้องสามารถทำงานภายใต้ภาวะมาตรฐานที่กำหนดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ภาวะมาตรฐานสำหรับการใช้ทำงาน
(ข้อ 7.1 ข้อ 8.4.2 ข้อ 9.1.2 และข้อ 9.22.1.3)

ปริมาณอิทธิพล	พิสัยมาตรฐานของการใช้ทำงาน	ค่าอ้างอิง	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนในการทดสอบ [6]
อุณหภูมิโดยรอบ [1) 7)]	−5 °C ถึง +40 °C [2)]	20 °C	± 5 °C
ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล	ไม่เกิน 2 000 m		
ความชื้นสัมพัทธ์ค่าสูงสุดที่ 40 °C	50 % [3)]		
สนามแม่เหล็กภายนอก	ไม่เกิน 5 เท่าของสนามแม่เหล็กโลกในทุกทิศทาง	สนามแม่เหล็กโลก	[4)]
ตำแหน่ง	เป็นไปตามที่ผู้ทำระบุ มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2° ในทุกทิศทาง [5)]	เป็นไปตามที่ผู้ทำระบุ	2° ในทุกทิศทาง
ความถี่	ค่าอ้างอิง ± 5 % [6)]	ค่าที่กำหนด	± 2 %
ความเพี้ยนของคลื่นไซนูซอยด์	ไม่เกิน 5 %	0	5 %

หมายเหตุ
1) ค่าสูงสุดของอุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละวัน +35 °C
2) ยอมให้ใช้ค่าที่อยู่นอกพิสัยนี้ในที่ที่มีภาวะอากาศรุนแรง ทั้งนี้ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ทำกับผู้ใช้
3) ยอมให้ใช้ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงกว่าได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า (เช่น 90 % ที่ 20 °C)
4) เมื่อติดตั้ง RCCB ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กรุนแรง อาจจำเป็นต้องมีข้อกำหนดเพิ่มเติม
5) ต้องยึด RCCB โดยไม่ทำให้เสียรูปซึ่งอาจมีผลต่อการทำงาน
6) ให้ใช้เกณฑ์ความเคลื่อนที่กำหนด เว้นแต่จะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในการทดสอบที่เกี่ยวเนื่อง
7) ยอมให้ใช้ขีดจำกัดเพิ่มขึ้นเป็น −20 °C ถึง + 60 °C ได้ ในช่วงเวลาของการเก็บและการขนส่ง และควรคำนึงถึงการออกแบบของอุปกรณ์

7.2 ภาวะการติดตั้ง

ต้องติดตั้ง RCCB ให้เป็นไปตามคู่มือการติดตั้งของผู้ทำ

8. ข้อกำหนดสำหรับการสร้างและการทำงาน

8.1 การออกแบบทางกล

8.1.1 ทั่วไป

การตรวจหากระแสเหลือและตัวปล่อยเนื่องจากกระแสเหลือ ต้องติดตั้งอยู่ระหว่างขั้วต่อสายด้านเข้ากับขั้วต่อสายด้านออกของ RCCB

ต้องไม่ดัดแปลงแก้ไขคุณลักษณะเฉพาะการทำงานของ RCCB ด้วยการแทรกแซงจากภายนอกได้ ยกเว้นการตั้งกระแสเหลือใช้ทำงาน (แต่ต้องไม่สามารถตั้งได้โดยผู้ใช้ในการใช้งานตามปกติ)

ในกรณีที่ RCCB มีการตั้งกระแสเหลือใช้ทำงานได้หลายค่า ให้ใช้ค่าตั้งสูงสุดที่กำหนดเป็นค่าพิกัด

8.1.2 กลไก

หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ได้ของทุกขั้วของ RCCB แบบหลายขั้ว ต้องมีกลไกเพื่อให้ทุกขั้วทำงานร่วมกัน ยกเว้นขั้วตัดต่อสายกลาง (ถ้ามี) ทุกขั้วต้องต่อและตัดวงจรด้วยกันทั้งการทำงานด้วยมือหรืออย่างอัตโนมัติ

ขั้วตัดต่อสายกลาง (ดูข้อ 3.3.15) ต้องเปิดหลังและปิดก่อนขั้วอื่นๆ

RCCB ต้องมีกลไกทริปอิสระ

RCCB ต้องสามารถปิดและเปิดได้ด้วยมือ สำหรับ RCCB แบบเสียบที่ไม่มีที่จับ ไม่ต้องพิจารณาตามข้อกำหนดนี้ เพราะถือว่า RCCB สามารถถอดออกจากฐานที่ตั้งได้

RCCB ต้องประกอบให้หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ได้สามารถหยุดเฉพาะในตำแหน่งปิดวงจร (ดูข้อ 3.3.12) หรือในตำแหน่งเปิดวงจร (ดูข้อ 3.3.13) แม้ว่าจะปล่อยอุปกรณ์บังคับกลไกที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งระหว่างนั้น

RCCB ต้องจัดให้มีวิธีการชี้บอกทั้งตำแหน่งปิดวงจรและตำแหน่งเปิดวงจร ซึ่งต้องเห็นได้ง่ายจากด้านหน้าของ RCCB เมื่อประกอบเข้าไปในฝาครอบหรือแผ่นฝาครอบ (ถ้ามี)(ดูข้อ 6)

เมื่อใช้อุปกรณ์บังคับกลไกเป็นตัวชี้บอกตำแหน่งของหน้าสัมผัส เมื่อปล่อยอุปกรณ์บังคับกลไกแล้วต้องอยู่ในตำแหน่งที่สมนัยกับหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ได้ ในกรณีนี้อุปกรณ์ควบคุมการทำงานต้องมีตำแหน่งหยุดที่ชัดเจน 2 ตำแหน่งที่สมนัยกับตำแหน่งของหน้าสัมผัส แต่สำหรับการเปิดอย่างอัตโนมัติ อุปกรณ์บังคับกลไกอาจมีตำแหน่งหยุดที่ 3 ที่ชัดเจน ซึ่งในกรณีนี้ RCCB มีความจำเป็นต้องตั้งใหม่ด้วยมือก่อนต่อวงจรกลับคืน

ในกรณีของ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายต่อวงจรกลับคืนอย่างอัตโนมัติ (ดูข้อ 4.1.2.1ก)) เมื่อแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายกลับคืนปกติหลังจากแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายล้มเหลว อุปกรณ์บังคับกลไกต้องยังคงอยู่ในตำแหน่ง ON หลังจากหน้าสัมผัสเปิดอย่างอัตโนมัติเมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าไปใหม่ หน้าสัมผัสต้องปิดกลับคืนอย่างอัตโนมัติ ยกเว้นในระหว่างนั้นอุปกรณ์บังคับกลไกอยู่ในตำแหน่ง OFF

หมายเหตุ RCCB แบบนี้ ห้ามใช้อุปกรณ์บังคับกลไกเป็นตัวชี้บอกตำแหน่งปิดวงจรและตำแหน่งเปิดวงจร

เมื่อใช้แสงเป็นตัวชี้บอก ตัวชี้บอกต้องติดสว่าง เมื่อRCCB อยู่ในตำแหน่งปิดวงจรและมีสี สว่าง ห้ามใช้แสงเป็นตัวชี้บอกเพียงอย่างเดียวในการแสดงตำแหน่งปิดวงจร

การทำงานของกลไกต้องไม่ถูกรบกวนจากตำแหน่งของเปลือกหุ้มหรือฝาครอบ และต้องไม่ขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนเคลื่อนที่ถอดได้ใด ๆ

ถ้าใช้ฝาครอบที่ปิดผนึกโดยผู้ทำ ให้ถือว่าเป็นชิ้นส่วนที่ถอดไม่ได้

ถ้าใช้ฝาครอบที่เป็นอุปกรณ์ติดตั้งของปุ่มกด ต้องไม่สามารถถอดปุ่มกดได้จากด้านนอกของ RCCB เพลาของอุปกรณ์บังคับกลไกต้องยึดอย่างมั่นคงและต้องไม่สามารถถอดออกได้โดยไม่ใช้เครื่องมือช่วย

ยอมให้ยึดอุปกรณ์บังคับกลไกกับฝาครอบโดยตรง ถ้าอุปกรณ์บังคับกลไกนั้นมีการเคลื่อนที่ "ขึ้น-ลง" เมื่อติดตั้ง RCCB ในสภาพใช้งานตามปกติ หน้าสัมผัสต้องปิดโดยการเคลื่อนที่ขึ้น

การตรวจสอบการเป็นไปตามข้อกำหนดข้างต้นให้ทำโดยการตรวจพินิจ ทดสอบด้วยมือ และสำหรับกลไกทริปอิสระให้ทดสอบตามข้อ 9.15

8.1.3 ระยะห่างในอากาศ และระยะห่างตามผิวฉนวน (ดูภาคผนวก ข.)

ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน ต้องมีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนด ในตารางที่ 3 เมื่อติดตั้ง RCCB เหมือนสภาพการใช้งานตามปกติ

ตารางที่ 3 ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน
(ข้อ 8.1.3)

รายละเอียด	ระยะห่าง mm
ระยะห่างในอากาศ [1]	
1. ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าที่แยกจากกันเมื่อ RCCB อยู่ในตำแหน่งเปิดวงจร [2]	3
2. ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าของขั้วต่างกัน [3]	3
3. ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้ากับ	
- อุปกรณ์บังคับกลไกที่เป็นโลหะ	3
- หมุดเกลียวหรืออุปกรณ์อื่นสำหรับใช้ยึดฝาครอบซึ่งต้องถอดออกเพื่อติดตั้ง RCCB	3
- ผิวหน้าของฐานติดตั้ง [4]	6 (3)
- หมุดเกลียวหรืออุปกรณ์อื่นสำหรับใช้ยึด RCCB [4]	6 (3)
- ฝาครอบโลหะหรือกล่องโลหะ [4]	6 (3)
- ส่วนโลหะอื่นที่เข้าถึงได้ [5]	3
- โครงโลหะที่เป็นฐานรองรับ RCCB แบบฝังเรียบ	3
4. ระหว่างส่วนโลหะของกลไกกับ	
- ส่วนโลหะที่เข้าถึงได้ [5]	3
- หมุดเกลียวหรืออุปกรณ์อื่นสำหรับยึด RCCB	3
- โครงโลหะที่เป็นฐานรองรับ RCCB แบบฝังเรียบ	3
ระยะห่างตามผิวฉนวน [1]	
1. ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าที่แยกจากกันเมื่อ RCCB อยู่ในตำแหน่งเปิดวงจร [2]	3
2. ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าของขั้วต่างกัน [3]	
- สำหรับ RCCB มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 250 โวลต์	3
- สำหรับ RCCB อื่น ๆ	4
3. ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้ากับ	
- อุปกรณ์บังคับกลไกที่เป็นโลหะ	3
- หมุดเกลียวหรืออุปกรณ์อื่นสำหรับใช้ยึดฝาครอบ ซึ่งต้องถอดออกเมื่อติดตั้ง RCCB	3
- หมุดเกลียว หรืออุปกรณ์อื่นสำหรับใช้ยึด RCCB [4]	6 (3)
- ส่วนโลหะที่เข้าถึงได้ [5]	3

หมายเหตุ
[1] ไม่ต้องพิจารณาระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนของวงจรทุติยภูมิ และระหว่างขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงของ RCCB
[2] ไม่ใช้กับหน้าสัมผัสช่วย และหน้าสัมผัสควบคุม
[3] ต้องระวังการเตรียมระยะห่างให้เพียงพอสำหรับส่วนที่มีไฟฟ้าของขั้วต่างกันของ RCCB แบบเสียบที่อยู่ติดกัน
[4] ถ้าระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวนระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าของอุปกรณ์กับแนวกั้นโลหะหรือผิวหน้าที่ใช้ติดตั้ง RCCB ขึ้นอยู่กับการออกแบบเท่านั้น ดังนั้นค่านี้จะไม่สามารถลดลงได้เมื่อติดตั้งในตำแหน่งที่เลวที่สุด (แม้ว่าอยู่ในเปลือกหุ้มโลหะ) ค่าที่อยู่ในวงเล็บถือว่าเพียงพอ
[5] ให้รวมถึงแผ่นโลหะบางที่ติดอยู่กับผิวหน้าของวัสดุฉนวนซึ่งเข้าถึงได้หลังจากติดตั้งใช้งานตามปกติ ให้กดแผ่นโลหะบางเข้ากับมุม ร่อง เป็นต้น โดยใช้นิ้วทดสอบแบบข้อต่อตรง ตามที่กำหนดในข้อ 9.6

8.1.4 หมุดเกลียว ส่วนที่มีกระแสไฟฟ้า และการต่อ

8.1.4.1 การต่อทางไฟฟ้าและทางกล ต้องทนความเค้นทางกลที่เกิดขึ้นในการใช้งานตามปกติได้ หมุดเกลียวที่ใช้ยึด RCCB ระหว่างการติดตั้งต้องไม่ใช้หมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวตัด

หมายเหตุ หมุดเกลียว (หรือแป้นเกลียว) ที่ใช้งานเมื่อติดตั้ง RCCB ให้รวมถึงหมุดเกลียวสำหรับยึดฝาครอบหรือแผ่นป้ายฝาครอบ แต่ไม่รวมถึงที่ใช้สำหรับการต่อท่อร้อยสายแบบเกลียว และสำหรับการยึดฐานติดตั้งของ RCCB

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.4

หมายเหตุ ให้ตรวจสอบการต่อด้วยหมุดเกลียวด้วยการทดสอบตามข้อ 9.8 ข้อ 9.11 ข้อ 9.12 ข้อ 9.13 และข้อ 9.23

8.1.4.2 หมุดเกลียวที่ขันเข้ากับเกลียวที่เป็นวัสดุฉนวน และใช้ยึด RCCB ระหว่างการติดตั้งต้องมั่นใจว่าขันหมุดเกลียวเข้าในรูเกลียวหรือแป้นเกลียวได้ถูกต้อง

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบด้วยมือ

หมายเหตุ ให้ถือว่าเป็นไปตามข้อกำหนดเกี่ยวกับการขันหมุดเกลียวได้ถูกต้อง ถ้ามีการป้องกันการใส่หมุดเกลียวในลักษณะเอียง เช่น มีร่องนำหมุดเกลียวด้วยชิ้นส่วนที่ยึดกับที่ โดยการคว้านนำที่รูเกลียว หรือโดยการใช้หมุดเกลียวที่ลบปลายเกลียว

8.1.4.3 การต่อทางไฟฟ้า ต้องออกแบบให้แรงกดสัมผัสไม่ส่งผ่านไปยังวัสดุฉนวนที่ไม่ใช่เซรามิก ไมกาบริสุทธิ์ หรือวัสดุฉนวนอื่นที่มีคุณลักษณะเฉพาะเทียบเท่ากัน เว้นแต่มีความยืดหยุ่นของส่วนโลหะเพียงพอที่จะชดเชยการหดตัวหรืออ่อนตัวที่อาจเกิดขึ้นของวัสดุฉนวน

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

หมายเหตุ ความเหมาะสมของวัสดุให้พิจารณาจากการคงตัวของรูปร่าง

8.1.4.4 ส่วนที่นำกระแสไฟฟ้า รวมทั้งชิ้นส่วนที่มีเจตนาใช้สำหรับตัวนำป้องกัน (ถ้ามี) ต้องทำด้วย

- ทองแดง
- โลหะเจือที่มีทองแดงไม่น้อยกว่าร้อยละ 58 สำหรับชิ้นส่วนที่ขึ้นรูปเย็น หรือไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 สำหรับชิ้นส่วนอื่น ๆ
- โลหะอื่นหรือโลหะเคลือบที่เหมาะสม มีความทนทานต่อการกัดกร่อนไม่น้อยกว่าทองแดงและมีสมบัติทางกลที่เทียบเท่า

ข้อกำหนดนี้ไม่ใช้กับหน้าสัมผัส วงจรแม่เหล็ก ขดลวดให้ความร้อน ชิ้นส่วนโลหะคู่ (bimetal) ตัวต่อแบบขนาน (shunt) ชิ้นส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งหมุดเกลียว แป้นเกลียว แหวนรอง แผ่นหนีบยึด ชิ้นส่วนของขั้วต่อสายที่คล้ายกัน และชิ้นส่วนของวงจรทดสอบ

8.1.5 ขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก

8.1.5.1 ขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก ต้องต่อเข้ากับตัวนำอย่างมั่นใจได้ว่าแรงกดสัมผัสที่จำเป็นคงอยู่อย่างถาวร

ในมาตรฐานนี้ ให้ใช้เฉพาะขั้วต่อสายแบบหมุดเกลียวสำหรับต่อกับตัวนำทองแดงภายนอกเท่านั้น

ยอมให้มีการจัดการต่อที่เจตนาให้ใช้กับแท่งตัวนำ (busbar) เว้นแต่ไม่ให้ใช้ต่อกับสายไฟฟ้า

การจัดต่อดังกล่าวอาจเป็นได้ทั้งแบบเสียบหรือแบบยึดด้วยสลักเกลียว
ขั้วต่อสายต้องเข้าถึงได้ง่ายเมื่อต้องการใช้งาน
การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และการทดสอบตามข้อ 9.5

8.1.5.2 RCCB ต้องมีขั้วต่อสายที่ต่อกับตัวนำทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัดระบุดังแสดงในตารางที่ 4 ได้

หมายเหตุ ตัวอย่างการออกแบบขั้วต่อสายที่เป็นไปได้ ให้เป็นไปตามภาคผนวก ซ.

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ การวัด และโดยการต่อทีละครั้งกับตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็กสุดและใหญ่สุดตามที่กำหนดทีละครั้ง

ตารางที่ 4 พื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำทองแดงที่ต่อได้สำหรับขั้วต่อสายแบบหมุดเกลียว
(ข้อ 8.1.5.2 ข้อ 9.4 ข้อ 9.5 ข้อ 9.5.1 ข้อ 9.5.2 ข้อ 9.5.3 ข้อ 9.11.2 และข้อ 9.22.2)

กระแสไฟฟ้าที่กำหนด A		พิสัยของพื้นที่หน้าตัดระบุที่หนีบยึด* mm²	
เกิน	ไม่เกิน	ตัวนำแข็ง (ตันหรือตีเกลียว)	ตัวนำอ่อน
–	13	1 ถึง 2.5	1 ถึง 2.5
13	16	1 ถึง 4	1 ถึง 4
16	25	1.5 ถึง 6	1.5 ถึง 6
25	32	2.5 ถึง 10	2.5 ถึง 6
32	50	4 ถึง 16	4 ถึง 10
50	80	10 ถึง 25	10 ถึง 16
80	100	16 ถึง 35	16 ถึง 25
100	125	25 ถึง 50	25 ถึง 35

* ในข้อกำหนดนี้ สำหรับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 50 A ขั้วต่อสายต้องออกแบบให้หนีบยึดตัวนำแข็งตันและรวมทั้งตัวนำแข็งตีเกลียว แต่ยอมให้ออกแบบขั้วต่อสายสำหรับตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัด 1 mm^2 ถึง 6 mm^2 สำหรับหนีบยึดยึดตัวนำแข็งตันได้เท่านั้น

8.1.5.3 วิธีการหนีบยึดตัวนำในขั้วต่อสาย ต้องไม่ใช้ยึดส่วนประกอบอื่น ๆ แม้ว่าวิธีการยึดนั้นเป็นการคงขั้วต่อสายไว้ในตำแหน่งหรือป้องกันการหมุนของขั้วต่อสาย

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.5

8.1.5.4 ขั้วต่อสายสำหรับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 32 แอมแปร์ ต้องต่อกับตัวนำได้โดยไม่ต้องมีการเตรียมตัวนำเป็นพิเศษ

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

หมายเหตุ คำว่า “การเตรียมตัวนำเป็นพิเศษ” หมายถึง การบัดกรีลวดของตัวนำ การใช้หูสาย การทำตาไก่ เป็นต้น แต่ไม่รวมถึงการตกแต่งรูปร่างของตัวนำก่อนต่อเข้ากับขั้วต่อสาย หรือการบิดตัวนำของสายอ่อนเพื่อทำให้ปลายตัวนำแข็งขึ้น

8.1.5.5 ขั้วต่อสายต้องมีความแข็งแรงทางกลอย่างเพียงพอ

หมุดเกลียวและแป้นเกลียวสำหรับหนีบยึดตัวนำ ต้องเป็นเกลียวเมตริกไอเอสโอ (metric ISO) หรือเกลียวที่มีระยะช่วงเกลียวและความแข็งแรงทางกลเทียบเท่ากัน

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.4 และข้อ 9.5.1

8.1.5.6 ต้องออกแบบขั้วต่อสายให้หนีบยึดตัวนำโดยไม่ทำให้ตัวนำเสียหาย

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.5.2

8.1.5.7 ต้องออกแบบขั้วต่อสายให้หนีบยึดตัวนำระหว่างผิวโลหะได้อย่างมั่นคง

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.4 และข้อ 9.5.1

8.1.5.8 ต้องออกแบบหรือวางตำแหน่งของขั้วต่อสาย เพื่อให้ทั้งตัวนำแข็งตันหรือตัวนำแข็งตีเกลียวไม่เลื่อนหลุดขณะขันหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวสำหรับหนีบยึดให้แน่น

ข้อกำหนดนี้ไม่ใช้กับขั้วต่อหูสาย

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.5.3

8.1.5.9 ต้องยึดขั้วต่อสายหรือให้อยู่ในตำแหน่ง เมื่อขันหรือคลายหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวสำหรับหนีบยึดตัวนำ ขั้วต่อสายนั้นนั้นต้องไม่หลุดหลวม

ข้อกำหนดนี้ไม่ได้หมายความว่าต้องออกแบบให้มีการป้องกันการหมุนหรือเคลื่อนตัวของขั้วต่อสาย แต่การเคลื่อนที่ใด ๆ ต้องอยู่ในเขตจำกัดที่เพียงพอ เพื่อป้องกันการไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานนี้

การใช้สารปิดผนึกหรือเรซิน ถือว่ามีการป้องกันขั้วต่อสายหลุดหลวมขณะใช้งานได้เพียงพอหาก

- สารปิดผนึกหรือเรซิน ไม่ได้รับทอร์กในขณะใช้งานตามปกติ
- ประสิทธิผลของสารปิดผนึกหรือเรซิน ไม่เสื่อมลงเนื่องจากอุณหภูมิที่ขั้วต่อสายภายใต้ภาวะที่กำหนดเลวที่สุดตามมาตรฐานนี้

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ วัด และทดสอบตามข้อ 9.4

8.1.5.10 หมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวสำหรับหนีบยึดของขั้วต่อสายที่ใช้สำหรับต่อกับตัวนำป้องกันต้องหนีบยึดอย่างมั่นคง เพื่อป้องกันการคลายออกโดยบังเอิญ และต้องไม่คลายออกได้โดยไม่ใช้เครื่องมือ

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบด้วยมือ

โดยทั่วไป การออกแบบของขั้วต่อสายดังตัวอย่างที่แสดงในภาคผนวกซ. ถือว่าคืนสภาพได้เพียงพอตามข้อกำหนดนี้ ข้อกำหนดพิเศษของการออกแบบอื่นอาจมีความจำเป็น เช่น การใช้ชิ้นส่วนที่มีการคืนสภาพอย่างพอเพียงซึ่งไม่น่าจะถอดออกได้โดยบังเอิญ

8.1.5.11 หมุดเกลียว และแป้นเกลียวของขั้วต่อสายที่ใช้สำหรับต่อกับตัวนำภายนอก ต้องขันเข้ากับเกลียวโลหะ และห้ามใช้หมุดเกลียวปล่อย

8.2 การป้องกันไฟฟ้าช็อก

ต้องออกแบบ RCCB ให้ไม่สามารถเข้าถึงส่วนที่มีไฟฟ้าได้ เมื่อติดตั้งและต่อสายสำหรับการใช้งานตามปกติ

หมายเหตุ คำว่า “การใช้งานตามปกติ” หมายความว่า ติดตั้งและต่อสาย RCCB ตามคู่มือการติดตั้งของผู้ทำ

ชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่ง ให้ถือว่า “เข้าถึงได้” ถ้าสามารถสัมผัสได้ด้วยนิ้วทดสอบมาตรฐาน (ดูข้อ 9.6)

RCCB อื่นนอกจากแบบเสียบ ชิ้นส่วนภายนอกอื่นนอกจากหมุดเกลียวหรืออุปกรณ์อื่นสำหรับยึดฝาครอบหรือแผ่นป้าย ซึ่งเข้าถึงได้เมื่อติดตั้งและต่อสาย RCCB สำหรับการใช้งานตามปกติ ต้องเป็นวัสดุฉนวนหรือบุด้วยวัสดุฉนวนโดยตลอด นอกจากว่าส่วนที่มีไฟฟ้าอยู่ในเปลือกหุ้มภายในที่เป็นฉนวน

การบุของวัสดุฉนวนต้องยึดแน่นจนไม่สามารถหลุดออกได้ในขณะติดตั้ง RCCB วัสดุฉนวนต้องมีความหนาและความแข็งแรงทางกลอย่างเพียงพอ และต้องมีการป้องกันอย่างเพียงพอเมื่อติดตั้งในที่ที่มีขอบคม ทางเข้าสายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องเป็นวัสดุฉนวนหรือจัดเตรียมให้มีปลอกฉนวนหรืออุปกรณ์อื่นที่คล้ายกันทำด้วยวัสดุฉนวน ต้องยึดอุปกรณ์เหล่านี้อย่างมั่นคงและต้องมีความแข็งแรงทางกลอย่างเพียงพอ

RCCB แบบเสียบ ชิ้นส่วนภายนอกยกเว้นหมุดเกลียวหรืออุปกรณ์ยึดอื่นสำหรับยึดฝาครอบซึ่งเข้าถึงได้ในการใช้งานตามปกติ ต้องเป็นวัสดุฉนวน

อุปกรณ์บังคับกลไกที่เป็นโลหะต้องทำการฉนวนจากส่วนที่มีไฟฟ้า และชิ้นส่วนตัวนำซึ่งอาจเป็น “ชิ้นส่วนตัวนำที่เผยตัว” (exposed conductive part) ต้องหุ้มด้วยวัสดุฉนวน ยกเว้นมีวิธีการเชื่อมต่อที่มีการฉนวนร่วมกันสำหรับอุปกรณ์บังคับกลไกหลายขั้ว

ต้องไม่สามารถเข้าถึงชิ้นส่วนโลหะของอุปกรณ์บังคับกลไกได้ นอกจากนั้นต้องทำการฉนวนจากชิ้นส่วนโลหะที่เข้าถึงได้ จากโครงโลหะรองรับฐานติดตั้งของ RCCB แบบฝังเรียบ จากหมุดเกลียวหรืออุปกรณ์อื่นสำหรับยึดฐานติดกับที่รองรับ และจากแผ่นโลหะที่ใช้เป็นที่รองรับ

ต้องสามารถเปลี่ยน RCCB แบบเสียบได้ง่ายโดยไม่สัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้า

แล็กเกอร์และอิแนเมล ไม่ถือว่ามีความเป็นฉนวนที่เพียงพอสำหรับข้อกำหนดนี้

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.6

8.3 สมบัติทางไดอิเล็กทริก

RCCB ต้องมีสมบัติทางไดอิเล็กทริกอย่างเพียงพอ

วงจรควบคุมที่ต่อเข้ากับวงจรหลักต้องไม่เสียหายเนื่องจากแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงสูง ซึ่งเกิดจากการวัดความเป็นฉนวนที่ต้องทำตามปกติภายหลังติดตั้ง RCCB แล้ว

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.7 และข้อ 9.20

8.4 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

8.4.1 ขีดจำกัดของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของ RCCB ที่กำหนดในตารางที่ 5 วัดภายใต้ภาวะที่กำหนดในข้อ 9.8.2 ต้องมีค่าไม่เกินค่าขีดจำกัดที่กำหนดในตารางนั้น

RCCB ต้องไม่ได้รับความเสียหายจนทำหน้าที่เสื่อมลง และการใช้งานอย่างปลอดภัยเสื่อมลง

ตารางที่ 5 ค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น
(ข้อ 8.4.1 ข้อ 8.4.2 ข้อ 9.8.2 และข้อ 9.8.3)

ชิ้นส่วนต่าง ๆ [ก)] [ข)]	อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น K
ขั้วต่อสายสำหรับต่อกับตัวนำภายนอก [ค)]	65
ชิ้นส่วนภายนอก ซึ่งสัมผัสได้ขณะใช้งาน RCCB ด้วยมือ รวมทั้งอุปกรณ์บังคับกลไกที่เป็นวัสดุฉนวน และอุปกรณ์โลหะที่มีวิธีการเชื่อมต่อที่มีการฉนวนกันสำหรับอุปกรณ์บังคับกลไกหลายขั้ว	40
ชิ้นส่วนโลหะภายนอกของอุปกรณ์บังคับกลไก	25
ชิ้นส่วนภายนอกอื่น รวมทั้งผิวหน้าของ RCCB ที่สัมผัสโดยตรงกับพื้นผิวติดตั้ง	60

หมายเหตุ ก) ไม่มีค่าที่กำหนดสำหรับหน้าสัมผัส เนื่องจากในการออกแบบ RCCB ส่วนใหญ่ การวัดอุณหภูมิโดยตรงของชิ้นส่วนเหล่านี้ไม่สามารถทำได้โดยไม่มีความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงหรือการเลื่อนตำแหน่งของชิ้นส่วนที่มีผลต่อการทดสอบซ้ำอีก
การทดสอบความเชื่อถือได้ (ดูข้อ 9.22) ถือว่าเพียงพอสำหรับการตรวจสอบการทำงานทางอ้อมของหน้าสัมผัสเนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมากเกินควรขณะใช้งาน

ข) ไม่มีค่าที่กำหนดสำหรับชิ้นส่วนอื่นนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในตาราง แต่ต้องไม่ทำความเสียหายต่อชิ้นส่วนฉนวนข้างเคียง และต้องไม่ทำให้การทำงานของ RCCB เสื่อมลง

ค) สำหรับ RCCB แบบเสียบ ให้วัดที่ขั้วต่อสายของฐานที่ใช้ในการติดตั้ง

8.4.2 อุณหภูมิอากาศโดยรอบ

ขีดจำกัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนดในตารางที่ 5 ใช้ได้เฉพาะกับอุณหภูมิของอากาศโดยรอบที่มีค่าอยู่ระหว่างขีดจำกัดที่กำหนดในตารางที่ 2

8.5 คุณลักษณะเฉพาะการทำงาน

คุณลักษณะเฉพาะการทำงานของ RCCB ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 9.9

8.6 ความทนทานทางกลและทางไฟฟ้า

RCCB ต้องสามารถทำงานทางกลและทางไฟฟ้าได้จำนวนวัฏจักรเพียงพอ

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.10

8.7 สมรรถนะที่กระแสไฟฟ้าลัดวงจร

RCCB ต้องสามารถทำงานได้ตามจำนวนวัฏจักรการทำงานลัดวงจรที่กำหนด โดยในระหว่างนั้นต้องไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน และต้องไม่ทำให้เกิดการวาบไฟระหว่างชิ้นส่วนของตัวนำไฟฟ้าหรือระหว่างชิ้นส่วนของตัวนำไฟฟ้ากับดิน

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.11

8.8 ความทนการช็อกและแรงกระแทกทางกล

RCCB ต้องมีสมบัติทางกลอย่างเพียงพอ เพื่อทนต่อความเค้นที่เกิดขึ้นในระหว่างการติดตั้งและใช้งาน

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.12

8.9 ความทนความร้อน

RCCB ต้องมีความทนความร้อนอย่างเพียงพอ

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.13

8.10 ความทนความร้อนผิดปกติและไฟ

ชิ้นส่วนภายนอกของ RCCB ที่ทำด้วยวัสดุฉนวน ต้องไม่จุดติดไฟและไม่ลามไฟถ้าส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าที่อยู่ใกล้เคียงอยู่ภายใต้ภาวะผิดพร่องหรือโหลดเกินจนเกิดอุณหภูมิสูง ความทนความร้อนผิดปกติและไฟของชิ้นส่วนอื่นที่ทำด้วยวัสดุฉนวนให้ตรวจสอบด้วยการทดสอบอื่นของมาตรฐานนี้

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.14

8.11 อุปกรณ์ทดสอบ

RCCB ต้องมีอุปกรณ์ทดสอบสำหรับจำลองกระแสเหลือให้ไหลผ่านอุปกรณ์ตรวจหา เพื่อให้ใช้ทดสอบขีดความสามารถการทำงานของอุปกรณ์ตัดวงจรกระแสเหลือเป็นระยะ ๆ

หมายเหตุ อุปกรณ์ทดสอบมีเจตนาไว้ใช้ตรวจสอบการทริป ไม่ใช่ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานด้วยค่ากระแสเหลือใช้ทำงานและเวลาตัดวงจรที่กำหนด

จำนวนแอมแปร์-รอบที่เกิดขึ้นเมื่ออุปกรณ์ทดสอบของ RCCB ทำงานที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดหรือที่ค่าสูงสุดของพิสัยแรงดันไฟฟ้าต้องไม่เกิน 2.5 เท่าของจำนวนแอมแปร์-รอบที่เกิดขึ้น เมื่อกระแสเหลือเท่ากับ $I_{\Delta n}$ ไหลผ่านขั้วใดขั้วหนึ่งของ RCCB

ในกรณีที่ RCCB มีการตั้งค่ากระแสเหลือใช้ทำงานได้หลายค่า (ดูข้อ 4.4) ให้ใช้ค่าตั้งต่ำสุดของ RCCB ที่ได้ออกแบบไว้

อุปกรณ์ทดสอบ ต้องเป็นไปตามการทดสอบข้อ 9.16

ตัวนำป้องกันของการติดตั้ง ต้องไม่กลายเป็นส่วนที่มีไฟฟ้าเมื่ออุปกรณ์ทดสอบทำงาน

เมื่อ RCCB ต่อสายใช้งานตามปกติและอยู่ในตำแหน่งเปิดวงจร การทำงานของอุปกรณ์ทดสอบต้องไม่ให้กำลังไฟฟ้ากับวงจรด้านโหลดได้

อุปกรณ์ทดสอบต้องไม่เป็นวิธีการเดียวเพื่อทำให้เปิดวงจรเพียงอย่างเดียว และไม่มีเจตนาเพื่อใช้ในการหน้าที่นี้

8.12 ข้อกำหนดสำหรับ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย

RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้า ต้องทำงานอย่างถูกต้องที่ค่าใด ๆ ของแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ระหว่าง 0.85 เท่า ถึง 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด สำหรับ RCCB แบบหลายขั้วต้องป้อนกระแสไฟฟ้าจากทุกเฟสและสายกลาง (ถ้ามี)

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.17 ภายใต้ภาวะทดสอบเพิ่มเติมตามที่กำหนดในข้อ 9.9.2

RCCB แต่ละประเภท ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ข้อกำหนดสำหรับ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย
(ข้อ 8.12 และข้อ 9.17.3)

การจัดประเภทของ RCCB ตามข้อ 4.1		การทำงานในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายล้มเหลว
RCCB เปิดวงจรอย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายล้มเหลว (ข้อ 4.1.2.1)	ไม่มีการหน่วงเวลา	เปิดวงจรโดยไม่มีการหน่วงเวลา ตามภาวะที่กำหนด ในข้อ 9.17.2 ก)
	มีการหน่วงเวลา	เปิดวงจรโดยมีการหน่วงเวลา ตามที่กำหนดในข้อ 9.17.2 ข) การทำงานอย่างถูกต้องระหว่างการหน่วงเวลา ต้องทวนสอบตามที่กำหนดในข้อ 9.17.3
RCCB ไม่เปิดวงจรอย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายล้มเหลว (ข้อ 4.1.2.2)		ไม่เปิดวงจร

8.13 การทำงานของ RCCB ในกรณีที่มีกระแสเกินในวงจรหลัก

RCCB ต้องไม่ทำงานภายใต้ภาวะกระแสเกินที่กำหนด

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.18

8.14 การทำงานของ RCCB ในกรณีที่มีกระแสเสิร์จเกิดจากแรงดันอิมพัลส์

RCCB ต้องทนต่อกระแสเสิร์จลงดินเนื่องจากการโหลดความจุไฟฟ้า (capacitance) ที่เกิดจากการติดตั้งและกระแสเสิร์จลงดินเนื่องจากวาบไฟตามผิวในการติดตั้ง

RCCB แบบ S ต้องมีความต้านทานต่อการทริปที่ไม่พึงประสงค์ในกรณีที่มีกระแสเสิร์จลงดินเนื่องจากวาบไฟตามผิวในการติดตั้ง

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.19

8.15 การทำงานของ RCCB ในกรณีที่กระแสไฟฟ้าผิดพร่องลงดินมีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง

RCCB แต่ละประเภท ต้องทำงานได้ดีในขณะที่มีกระแสไฟฟ้าผิดพร่องลงดินมีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.21

8.16 ความเชื่อถือได้

RCCB ต้องทำงานอย่างเชื่อถือได้ถึงแม้ว่าจะใช้งานติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน โดยคำนึงถึงการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานของส่วนประกอบ

การตรวจสอบให้ทำโดยการทดสอบตามข้อ 9.22 และข้อ 9.23

9. การทดสอบ

9.1 ทั่วไป

9.1.1 คุณลักษณะเฉพาะของ RCCB ตรวจสอบด้วยการทดสอบเฉพาะแบบ
การทดสอบเฉพาะแบบที่กำหนดตามมาตรฐานนี้ ให้เป็นไปตามตารางที่ 7

ตารางที่ 7 รายการทดสอบเฉพาะแบบ
(ข้อ 9.1.1)

การทดสอบ	ข้อ
ความคงทนของเครื่องหมาย	9.3
ความเชื่อถือได้ของหมุดเกลียว ส่วนนำกระแสไฟฟ้า และการต่อ	9.4
ความเชื่อถือได้ของขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก	9.5
การป้องกันไฟฟ้าช็อก	9.6
สมบัติทางไดอิเล็กทริก	9.7
อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น	9.8
คุณลักษณะเฉพาะการทำงาน	9.9
ความทนทานการใช้งานทางกลและทางไฟฟ้า	9.10
การทำงานของ RCCB ภายใต้ภาวะการลัดวงจร	9.11
ความทนการช็อกและแรงกระแทกทางกล	9.12
ความทนความร้อน	9.13
ความทนความร้อนผิดปกติและไฟ	9.14
กลไกทริปอิสระ	9.15
การทำงานของอุปกรณ์ทดสอบที่ขีดจำกัดของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด	9.16
การทำงานของ RCCB ในกรณีของแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายล้มเหลว สำหรับ RCCB แต่ละประเภทตาม ข้อ 4.1.2.1	9.17
ค่าของขีดจำกัดของกระแสไฟฟ้าไม่ทำงานภายใต้ภาวะกระแสเกิน	9.18
ความทนต่อการทริปที่ไม่พึงประสงค์เนื่องจากกระแสเสิร์จ	9.19
ความทนของฉนวนต่อแรงดันอิมพัลส์	9.20
การทำงานของ RCCB ในกรณีที่กระแสไฟฟ้าผิดพร่องลงดินมีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง	9.21
ความเชื่อถือได้	9.22
การเสื่อมสภาพของส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์	9.23

9.1.2 การรับรองผลิตภัณฑ์ ให้ทำการทดสอบเฉพาะแบบตามลำดับรายการทดสอบ
ลำดับการทดสอบและจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น การทดสอบเฉพาะแบบแต่ละรายการ (หรือลำดับของการทดสอบเฉพาะแบบ) ให้ทดสอบกับ RCCB ที่สะอาดและใหม่ ปริมาณอิทธิพลเป็นไปตามค่าอ้างอิงปกติ (ดูตารางที่ 2)

9.1.3 การทดสอบประจำโดยผู้ทำของแต่ละอุปกรณ์ ให้เป็นไปตามภาคผนวก ง.

9.2 ภาวะทดสอบ

ให้ติดตั้ง RCCB แต่ละเครื่องตามคู่มือการติดตั้งของผู้ทำและในที่เปิดโล่ง ที่อุณหภูมิโดยรอบระหว่าง 20 องศาเซลเซียส ถึง 30 องศาเซลเซียส ยกเว้นจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น และมีการป้องกันต่อความร้อนภายนอกหรือความเย็นภายนอกมากเกินไป

RCCB ที่ออกแบบให้ติดตั้งในเปลือกหุ้มเดี่ยว ให้ทดสอบในเปลือกหุ้มที่เล็กที่สุดที่ผู้ทำกำหนด

หมายเหตุ เปลือกหุ้มเดี่ยว หมายถึง เปลือกหุ้มที่ออกแบบให้ใช้กับหนึ่งเครื่องเท่านั้น

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ต่อ RCCB เข้ากับสายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัด S ตามที่กำหนดในตารางที่ 8 โดยยึด RCCB เข้ากับแผ่นไม้อัดทาสีดำด้านที่มีความหนาประมาณ 20 มิลลิเมตร วิธีการยึดให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่เกี่ยวกับรายละเอียดการติดตั้งที่ผู้ทำระบุ

ตารางที่ 8 ตัวนำทองแดงทดสอบที่สมนัยกับกระแสไฟฟ้าที่กำหนด

(ข้อ 9.2 และข้อ 9.10.1)

กระแสไฟฟ้าที่กำหนด I_n A	$I_n \le 6$	$6<I_n\le13$	$13<I_n\le20$	$20<I_n\le25$	$25<I_n\le32$	$32<I_n\le50$	$50<I_n\le63$	$63<I_n\le80$	$80<I_n\le100$	$100<I_n\le125$
S mm²	1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50

ในกรณีที่ไม่มีการกำหนดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนไว้ การทดสอบเฉพาะแบบให้ทดสอบที่ค่าไม่น้อยกว่าที่กำหนดในมาตรฐานนี้ หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ทดสอบที่ความถี่ที่กำหนด ± ร้อยละ 5

ในระหว่างการทดสอบ ไม่ยอมให้มีการซ่อมบำรุงตัวอย่างหรือการถอดแยกตัวอย่าง

การทดสอบตามข้อ 9.8 ข้อ 9.9 ข้อ 9.10 และข้อ 9.23 ให้ต่อ RCCB ดังต่อไปนี้

- ต่อด้วยสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี แกนเดี่ยว
- ต่อในที่ที่เปิดโล่ง และระยะห่างไม่น้อยกว่าระยะห่างระหว่างขั้วต่อสาย
- ความยาวที่มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน $^{+5}_{0}$ เซนติเมตร ของแต่ละการต่อชั่วคราว จากขั้วต่อสายไปยังขั้วต่อสาย คือ
    - 1 เมตร สำหรับพื้นที่หน้าตัดไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร
    - 2 เมตร สำหรับพื้นที่หน้าตัดเกิน 10 ตารางมิลลิเมตร

ทอร์กที่ใช้ขันหมุดเกลียวขั้วต่อสายเท่ากับ 2 ใน 3 ของค่าที่กำหนดในตารางที่ 9

9.3 การทดสอบความคงทนของเครื่องหมาย

การตรวจสอบให้ทำโดยการใช้ผ้าฝ้ายที่ชุ่มน้ำถูเครื่องหมายเป็นเวลา 15 วินาที และถูซ้ำอีก 15 วินาทีด้วยผ้าฝ้ายที่ชุ่มตัวทำละลายอะลิฟาติกเฮกเซน(aliphatic sovent hexane) ที่มีปริมาณของแอโรแมติกไม่เกิน

ร้อยละ 0.1 โดยปริมาตร ค่าเคอริบิวทานอล เท่ากับ 29 จุดเดือดเริ่มต้นประมาณ 65 องศาเซลเซียส จุดแห้งประมาณ 69 องศาเซลเซียส และความหนาแน่นจำเพาะเท่ากับ 0.68 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

เครื่องหมายที่ทำเป็นรอยตอก หล่อขึ้นรูป หรือแบบแกะสลัก ไม่ต้องทดสอบตามข้อกำหนดนี้

ภายหลังการทดสอบ เครื่องหมายต้องอ่านได้ง่าย และเครื่องหมายต้องยังคงอ่านได้ง่ายภายหลังการทดสอบทุกข้อตามมาตรฐานนี้

ต้องไม่สามารถถอดแผ่นป้ายได้ง่าย และแผ่นป้ายต้องไม่เกิดการโค้งงอ

9.4 การทดสอบความเชื่อถือได้ของหมุดเกลียว ส่วนนำกระแสไฟฟ้า และการต่อ

การตรวจสอบการเป็นไปตามข้อกำหนดในข้อ 8.1.4 ให้ทำโดยการตรวจพินิจ และสำหรับหมุดเกลียวและแป้นเกลียวที่ใช้ขันเข้าหรือคลายออก เมื่อติดตั้งและต่อสายไฟฟ้าของ RCCB ให้ทดสอบดังต่อไปนี้

ขันหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวให้แน่นและคลายออก

- 10 ครั้ง สำหรับหมุดเกลียวที่ต้องขันเข้ากับเกลียวที่เป็นวัสดุฉนวน
- 5 ครั้ง ในกรณีอื่น ๆ ทั้งหมด

หมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวที่ต้องขันเข้ากับเกลียวที่เป็นวัสดุฉนวน แต่ละครั้งต้องคลายออกจนหลุดและขันเข้าไปใหม่

การทดสอบให้ใช้ไขควงทดสอบหรือประแจทดสอบที่เหมาะสม โดยใช้ทอร์กตามที่กำหนดในตารางที่ 9 ต้องขันหมุดเกลียวและแป้นเกลียวให้แน่นโดยไม่กระตุก

การทดสอบนี้ให้ต่อกับตัวนำแข็งเท่านั้นที่มีพื้นที่หน้าตัดใหญ่ที่สุดตามที่กำหนดในตารางที่ 4 อาจเป็นตัวนำตันหรือตัวนำตีเกลียว แล้วแต่อย่างใดที่ให้ผลเลวที่สุด ให้ขยับตัวนำทุกครั้งที่คลายหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียว

ตารางที่ 9 เส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียวและทอร์กทดสอบ

(ข้อ 9.2 ข้อ 9.4 ข้อ 9.5 ข้อ 9.5.1 ข้อ 9.5.2 ข้อ 9.5.3 ข้อ 9.12.2.1 และข้อ 9.22.2)

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุของเกลียว mm	ทอร์ก Nm		
	1	2	3
≤ 2.8	0.2	0.4	0.4
> 2.8 และ ≤ 3.0	0.25	0.5	0.5
> 3.0 และ ≤ 3.2	0.3	0.6	0.6
> 3.2 และ ≤ 3.6	0.4	0.8	0.8
> 3.6 และ ≤ 4.1	0.7	1.2	1.2
> 4.1 และ ≤ 4.7	0.8	1.8	1.8
> 4.7 และ ≤ 5.3	0.8	2.0	2.0
> 5.3 และ ≤ 6.0	1.2	2.5	3.0
> 6.0 และ ≤ 8.0	2.5	3.5	6.0
> 8.0 และ ≤ 10.0	-	4.0	10.0

ทอร์กในสดมภ์ 1 ใช้กับหมุดเกลียวที่ไม่มีหัว ถ้าหมุดเกลียวแน่นอยู่แล้วไม่มีส่วนที่ยื่นพ้นจากรูเกลียว และให้ใช้กับหมุดเกลียวอื่นที่ไม่สามารถขันด้วยไขควงที่มีขนาดใบกว้างกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียว

ทอร์กในสดมภ์ 2 ใช้กับหมุดเกลียวอื่น ๆ ที่ขันด้วยไขควง

ทอร์กในสดมภ์ 3 ใช้กับหมุดเกลียวและแป้นเกลียวที่ขันด้วยประแจอื่น ๆ นอกจากไขควง

ในกรณีที่เป็นหมุดเกลียวหัวหกเหลี่ยมที่มีร่องผ่าสำหรับขันด้วยไขควงได้ด้วย และทอร์กในสดมภ์ 2 และในสดมภ์ 3 มีค่าต่างกัน ให้ทดสอบ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ขันหัวหกเหลี่ยมด้วยทอร์กตามที่กำหนดในสดมภ์ 3 และครั้งที่ 2 ใช้ไขควงขันตัวอย่างใหม่ด้วยทอร์กตามที่กำหนดในสดมภ์ 2 ถ้าทอร์กในสดมภ์ 2 และสดมภ์ 3 มีค่าเท่ากัน ให้ทดสอบด้วยไขควงเท่านั้น

ในระหว่างการทดสอบ การต่อด้วยการขันเกลียวต้องไม่หลุดหลวม และต้องไม่มีความเสียหาย เช่น หมุดเกลียวแตกหัก ร่องผ่า เกลียว แหวนรองหรือปลอกยึด (stirrup) ชำรุดจนมีผลเสียหายต่อการใช้งาน RCCB ต่อไป

นอกจากนี้ เปลือกหุ้มและฝาครอบ ต้องไม่เสียหาย

9.5 การทดสอบความเชื่อถือได้ของขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก

การตรวจสอบการเป็นไปตามข้อกำหนดในข้อ 8.1.5 ให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตามข้อ 9.4 โดยใช้ตัวนำทองแดงแข็งที่มีพื้นที่หน้าตัดใหญ่ที่สุดตามที่กำหนดในตารางที่ 4 ใส่เข้าไปในขั้วต่อสาย (สำหรับพื้นที่หน้าตัดระบุเกิน 6 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ตัวนำตีเกลียวแข็ง สำหรับพื้นที่หน้าตัดระบุอื่น ๆ ให้ใช้ตัวนำตัน) และทดสอบตามข้อ 9.5.1 ข้อ 9.5.2 และข้อ 9.5.3

การทดสอบตามข้อ 9.5.1 ข้อ 9.5.2 และข้อ 9.5.3 ให้ใช้ไขควงทดสอบหรือประแจทดสอบที่เหมาะสม

9.5.1 ต่อขั้วต่อสายเข้ากับตัวนำทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็กที่สุดและใหญ่ที่สุด ตามที่กำหนดในตารางที่ 4 อาจเป็นตัวนำตันหรือตัวนำตีเกลียว แล้วแต่อย่างใดที่ให้ผลเลวที่สุด

ให้ใส่ตัวนำเข้าไปในขั้วต่อสายเป็นระยะทางต่ำสุดตามที่กำหนด หรือในกรณีที่ไม่กำหนดไว้ให้ใส่จนตัวนำเริ่มโผล่ออกจากขั้วต่อสายอีกด้านและอยู่ในตำแหน่งที่มีโอกาสสูงสุดที่ทำให้ตัวนำตันหรือตัวนำตีเกลียวหลุดออกจากขั้วต่อสาย

ขันหมุดเกลียวหนีบยึดให้แน่นด้วยทอร์กเท่ากับ 2 ใน 3 ของค่าที่กำหนดในสดมภ์ที่สมนัยของตารางที่ 9 ดึงตัวนำแต่ละเส้นด้วยแรงตามที่กำหนดในตารางที่ 10 ให้ดึงโดยไม่มีการกระตุก เป็นเวลา 1 นาที ในทิศทางตามแนวแกนของช่องว่างที่ใส่ตัวนำ

ตารางที่ 10 แรงดึง

(ข้อ 9.5.1)

พื้นที่หน้าตัดของตัวนำที่ต่อกับขั้วสาย mm^2	≤ 4	≤ 6	≤ 10	≤ 16	≤ 50
แรงดึง N	50	60	80	90	100

ในระหว่างการทดสอบ ตัวนำในขั้วต่อสายต้องไม่เคลื่อนที่จนสังเกตได้

9.5.2 ต่อขั้วต่อสายเข้ากับตัวนำทองแดงที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็กที่สุดและใหญ่ที่สุด ตามที่กำหนดในตารางที่ 4 อาจเป็นตัวนำตันหรือตัวนำตีเกลียว แล้วแต่อย่างใดที่ให้ผลเลวที่สุด และขันหมุดเกลียวหนีบยึดของขั้วต่อสายให้แน่นด้วยทอร์กเท่ากับ 2 ใน 3 ของค่าที่กำหนดในสดมภ์ที่สมนัยกันของตารางที่ 9 คลายหมุดเกลียวของขั้วต่อสายออก และตรวจพินิจชิ้นส่วนของตัวนำที่อาจได้รับผลกระทบจากขั้วต่อสาย

ตัวนำต้องไม่เสียหายรุนแรง

หมายเหตุ ถ้าตัวนำมีรอยบากลึกหรือคม ให้ถือว่าเสียหายรุนแรง

ในระหว่างการทดสอบ ขั้วต่อสายต้องไม่หลุดหลวม และต้องไม่มีความเสียหาย เช่น หมุดเกลียวแตกหัก ร่องผ่า เกลียว แหวนรองหรือปลอกยึด ชำรุดจนมีผลเสียหายต่อการใช้งานขั้วต่อสายต่อไป

9.5.3 ต่อขั้วต่อสายเข้ากับตัวนำทองแดงตีเกลียวแข็ง ที่มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 มิติของตัวนำ

(ข้อ 9.5.3)

พิสัยของพื้นที่หน้าตัดระบุที่หนีบยึด mm²	ตัวนำตีเกลียว	
	จำนวนของเส้นลวด	เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวด mm
1.0 ถึง 2.5 *	7	0.67
1.0 ถึง 4.0 *	7	0.85
1.5 ถึง 6.0 *	7	1.04
2.5 ถึง 10.0	7	1.35
4.0 ถึง 16.0	7	1.70
10.0 ถึง 25.0	7	2.14
16.0 ถึง 35.0	19	1.53

หมายเหตุ * ถ้ามีเจตนาให้ต่อขั้วสายต่อเข้ากับตัวนำตันเท่านั้น (ดูหมายเหตุในตารางที่ 4) ไม่ต้องทดสอบตามข้อนี้

ก่อนใส่ตัวนำเข้าไปในขั้วต่อสาย ให้ตกแต่งรูปร่างของตัวนำตีเกลียวให้เหมาะสม

ใส่ตัวนำเข้าไปในขั้วต่อสายจนตัวนำถึงด้านในสุดของขั้วต่อสายหรือตัวนำเริ่มโผล่ออกจากขั้วต่อสายอีกด้าน และอยู่ในตำแหน่งที่มีโอกาสสูงสุดที่ตัวนำตีเกลียวจะหลุดออก ขันหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวหนีบยึดให้แน่นด้วยทอร์กเท่ากับ 2 ใน 3 ของค่าที่สมนัยกันของตารางที่ 9

ภายหลังการทดสอบ ต้องไม่มีเส้นลวดของตัวนำหลุดออกนอกอุปกรณ์ที่ทำให้สายคงอยู่ในตำแหน่ง (retaining device) ของขั้วต่อสาย

9.6 การทวนสอบการป้องกันไฟฟ้าช็อก

ข้อกำหนดนี้ใช้กับทุกชิ้นส่วนของ RCCB ซึ่งเผยตัวต่อผู้ใช้งาน เมื่อติดตั้งเหมือนการใช้งานตามปกติ

ให้ทดสอบด้วยนิ้วทดสอบมาตรฐานดังแสดงในรูปที่ 3 ขณะที่ RCCB ติดตั้งเหมือนการใช้งานตามปกติ (ดูหมายเหตุข้อ 8.2) และต่อเข้ากับตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็กที่สุดและใหญ่ที่สุดซึ่งสามารถใช้ต่อกับ RCCB ต้องออกแบบให้จุดต่อของนิ้วทดสอบมาตรฐานแต่ละจุดสามารถปรับหมุนได้เป็นมุม 90 องศากับแกนของนิ้วทดสอบในทิศทางเดียวกันเท่านั้น

ให้ตรวจสอบด้วยนิ้วทดสอบมาตรฐานในทุกตำแหน่งที่นิ้วมือมนุษย์สามารถงอเข้าไปได้ ให้ใช้ตัวชี้บอกทางไฟฟ้า แสดงการสัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้า

แนะนำให้ใช้หลอดไฟฟ้าสำหรับการชี้บอกการสัมผัส และแรงดันไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้านั้นต้องไม่น้อยกว่า 40 โวลต์ นิ้วทดสอบมาตรฐานต้องไม่สัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้า

RCCB ที่มีเปลือกหุ้มหรือฝาครอบทำด้วยวัสดุเทอร์มอพลาสติก ให้ทดสอบเพิ่มเติมดังรายละเอียดดังนี้ โดยทดสอบ RCCB ที่อุณหภูมิโดยรอบ (35 ± 2) องศาเซลเซียส

ใช้แรง 75 นิวตัน กดผ่านปลายนิ้วทดสอบตรงไม่มีจุดต่อที่มีมิติเหมือนกับนิ้วทดสอบมาตรฐาน ไปยัง RCCB เป็นเวลา 1 นาที โดยให้กดนิ้วทดสอบนี้ไปทุกตำแหน่งซึ่งวัสดุฉนวนเมื่ออ่อนตัวแล้วสามารถได้รับความเสียหายต่อความปลอดภัยของ RCCB แต่ไม่ต้องทดสอบกับรูกระทุ้งออก (knock-out)

ในระหว่างการทดสอบ เปลือกหุ้มหรือฝาครอบต้องไม่ผิดรูปจนมีผลทำให้นิ้วทดสอบตรงไม่มีจุดต่อสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้

RCCB ที่ไม่มีเปลือกหุ้มมีชิ้นส่วนที่ไม่มีเจตนาให้ปิดหุ้ม ให้ทดสอบพร้อมกับแผ่นโลหะด้านหน้า และติดตั้งเหมือนการใช้งานตามปกติ

9.7 การทดสอบสมบัติทางไดอิเล็กทริก

9.7.1 ความทนความชื้น

9.7.1.1 การเตรียม RCCB สำหรับการทดสอบ

ให้ถอดชิ้นส่วนของ RCCB ที่ถอดออกได้โดยไม่ใช้เครื่องมือ และให้ทดสอบความชื้นพร้อมกับชิ้นส่วนหลัก ให้เปิดฝาแบบสปริงระหว่างการทดสอบ

ให้เปิดทางเข้าสายไฟฟ้า (ถ้ามี) ถ้าเป็นแบบกระทุ้งออก ให้กระทุ้งออกเปิดไว้ 1 รู

9.7.1.2 ภาวะทดสอบ

ให้ทำในตู้ความชื้นที่ควบคุมให้อากาศภายในมีความชื้นสัมพัทธ์คงไว้ระหว่างร้อยละ 91 กับร้อยละ 95

อุณหภูมิของอากาศบริเวณที่วางตัวอย่างทดสอบต้องคงไว้ภายใน ± 1 °C ในอุณหภูมิ (T) ที่สะดวกระหว่าง 20 °C กับ 30 °C

ก่อนนำตัวอย่างไปอบความชื้น ต้องให้ตัวอย่างมีอุณหภูมิระหว่าง T °C กับ T + 4 °C

9.7.1.3 วิธีทดสอบ

อบตัวอย่างในตู้ความชื้นเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

หมายเหตุ 1 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศระหว่างร้อยละ 91 กับร้อยละ 95 อาจทำได้โดยการวางสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมซัลเฟต(Na_2SO_4)หรือโพแทสเซียมไนเตรต(KNO_3)ภายในตู้ความชื้น โดยให้มีผิวสัมผัสกับอากาศมากเพียงพอ

หมายเหตุ 2 เพื่อให้ตู้ความชื้นมีภาวะเป็นไปตามที่กำหนด ต้องมั่นใจว่าอากาศภายในหมุนเวียนอย่างสม่ำเสมอ และต้องบุตู้ความชื้นด้วยฉนวนกันความร้อน

9.7.1.4 สภาพของ RCCB ภายหลังการทดสอบ

ภายหลังการทดสอบ ตัวอย่างต้องไม่เสียหายตามความหมายของมาตรฐานนี้ และต้องทนการทดสอบตามข้อ 9.7.2 และ ข้อ 9.7.3

9.7.2 ความต้านทานของฉนวนของวงจรหลัก

ภายหลังการทดสอบตามข้อ 9.7.1 แล้ว ให้นำ RCCB ออกจากตู้ความชื้น

หลังจากนั้นในช่วงเวลาระหว่าง 30 นาที กับ 60 นาที ให้วัดความต้านทานของฉนวน โดยใช้เครื่องวัดความต้านทานของฉนวนที่มีแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ โดยประมาณ อ่านค่าความต้านทานของฉนวนหลังจากป้อนแรงดันไฟฟ้าเป็นเวลา 5 วินาที ให้วัดที่ส่วนต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้

ก) ขณะที่ RCCB อยู่ในตำแหน่งเปิดวงจร ให้วัดระหว่างแต่ละคู่ของขั้วต่อสายที่ต่อเข้าด้วยกันทางไฟฟ้าเมื่อ RCCB อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร ให้วัดทีละขั้วหมุนเวียนไปจนครบทุกขั้ว

ข) ขณะที่ RCCB อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร ให้วัดระหว่างขั้วต่อสายขั้วใดขั้วหนึ่งกับขั้วอื่น ๆ ที่ต่อเข้าด้วยกันหมุนเวียนกันไป ในการทดสอบนี้ให้ถอดส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ที่ต่อระหว่างทางเดินกระแสไฟฟ้า

ค) ขณะที่ RCCB อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร ให้วัดระหว่างขั้วต่อสายทุกขั้วที่ต่อเข้าด้วยกันกับโครง รวมทั้งแผ่นโลหะเปลวที่ติดไว้กับพื้นผิวด้านนอกของเปลือกหุ้มด้านในที่ทำด้วยวัสดุฉนวน (ถ้ามี)

ให้วัดระหว่างชิ้นส่วนโลหะของกลไกกับโครง

หมายเหตุ การเข้าถึงชิ้นส่วนโลหะของกลไก อาจต้องจัดเตรียมพิเศษสำหรับการวัดตามข้อนี้

ง) ให้วัดระหว่างชิ้นส่วนโลหะของกลไกกับโครง

หมายเหตุ การเข้าถึงชิ้นส่วนโลหะของกลไก อาจต้องจัดเตรียมพิเศษสำหรับการวัดตามข้อนี้

จ) สำหรับ RCCB ที่มีเปลือกหุ้มโลหะที่ภายในบุด้วยวัสดุฉนวน ให้วัดระหว่างโครงกับแผ่นโลหะเปลวที่ติดไว้กับพื้นผิวด้านในของวัสดุฉนวนที่บุไว้รวมทั้งปลอกรอง และอุปกรณ์อื่นที่คล้ายกัน

การวัดตามข้อ ก) ข้อ ข) และข้อ ค) ให้วัดหลังจากต่อวงจรช่วยทั้งหมดเข้ากับโครง

คำว่า "โครง" หมายถึง

- ชิ้นส่วนโลหะที่เข้าถึงได้ทั้งหมด และแผ่นโลหะเปลวที่ติดไว้กับพื้นผิวด้านนอกของวัสดุฉนวนซึ่งสามารถเข้าถึงได้หลังจากติดตั้งเหมือนการใช้งานตามปกติ
- พื้นผิวของฐานติดตั้ง RCCB ถ้าจำเป็นให้ติดแผ่นโลหะเปลวเข้ากับพื้นผิวของฐานติดตั้ง RCCB
- หมุดเกลียวและอุปกรณ์อื่นสำหรับยึดฐานติดตั้งเข้ากับแท่นรองรับ
- หมุดเกลียวสำหรับยึดฝาครอบซึ่งต้องถอดออกเมื่อติดตั้ง RCCB
- ชิ้นส่วนโลหะของอุปกรณ์บังคับกลไก ตามข้อ 8.2

ถ้า RCCB มีขั้วต่อตัวนำป้องกัน ให้ต่อขั้วนี้เข้ากับโครงด้วย

การวัดตามข้อ ข) ข้อ ค) ข้อ ง) และข้อ จ) ต้องติดสารปิดผนึก (ถ้ามี) กับแผ่นโลหะเปลวให้ดีก่อนการทดสอบ

ความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า

- 2 เมกะโอห์ม สำหรับการวัดตามข้อ ก) และข้อ ข)
- 5 เมกะโอห์ม สำหรับการวัดตามข้ออื่น ๆ

9.7.3 ความคงทนทางไดอิเล็กทริกของวงจรหลัก

ภายหลัง RCCB ผ่านการทดสอบตามข้อ 9.7.2 แล้ว ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบตามที่กำหนดเป็นเวลา 1 นาที ระหว่างชิ้นส่วนที่กำหนดตามข้อ 9.7.2 ให้ถอดส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ (ถ้ามี) ออกก่อนการทดสอบ

แรงดันไฟฟ้าทดสอบต้องมีรูปคลื่นใกล้ไซนูซอยด์ และมีความถี่ระหว่าง 45 เฮิรตซ์ กับ 65 เฮิรตซ์

แหล่งจ่ายของแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ต้องสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 0.2 แอมแปร์

อุปกรณ์ทริปกระแสเกินของหม้อแปลงไฟฟ้า ต้องไม่ทำงานเมื่อกระแสไฟฟ้าของวงจรด้านออกมีค่าน้อยกว่า 100 มิลลิแอมแปร์

ค่าของแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ให้เป็นไปตามที่กำหนด ดังนี้

- 2 000 โวลต์ สำหรับข้อ 9.7.2 ก) ถึง ง)
- 2 500 โวลต์ สำหรับข้อ 9.7.2 จ)

การป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ให้เริ่มต้นด้วยค่าที่ไม่เกินครึ่งหนึ่งของแรงดันไฟฟ้าทดสอบที่กำหนดแล้วเพิ่มขึ้นจนถึงค่าที่กำหนดภายใน 5 วินาที

ในระหว่างการทดสอบ ต้องไม่เกิดการวาบไฟตามผิวหรือเสียสภาพฉับพลัน

ไม่ต้องคำนึงถึงการปล่อยประจุรุ่งแสง (glow discharge) ที่ไม่ทำให้แรงดันไฟฟ้าตก

9.7.4 ความต้านทานของฉนวน และความคงทนทางไดอิเล็กทริกของวงจรช่วย

ก) การวัดความต้านทานของฉนวนและการทดสอบความคงทนทางไดอิเล็กทริกของวงจรช่วยให้ทำทันทีหลังจากการวัดความต้านทานของฉนวนและการทดสอบความคงทนทางไดอิเล็กทริกของวงจรหลัก ภายใต้ภาวะที่กำหนดในข้อ ข) และ ข้อ ค)

เมื่อมีส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ต่อเข้ากับวงจรหลักในการใช้งานตามปกติ ให้มีการต่อแบบชั่วคราวในระหว่างการทดสอบ โดยต้องไม่มีแรงดันไฟฟ้าระหว่างด้านเข้ากับด้านออกของส่วนประกอบ

ข) การวัดความต้านทานของฉนวน ให้วัดดังนี้

- ระหว่างวงจรช่วยที่ต่อเข้าด้วยกันกับโครง
- ระหว่างชิ้นส่วนของวงจรช่วยแต่ละชิ้นซึ่งอาจจะแยกออกจากชิ้นส่วนอื่นในการใช้งานตามปกติ กับชิ้นส่วนอื่นทั้งหมดที่ต่อเข้าด้วยกัน โดยป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงประมาณ 500 โวลต์ เป็นเวลา 1 นาที

ความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 2 เมกะโอห์ม

ค) ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบที่มีรูปคลื่นใกล้ไซนูซอยด์ ที่ความถี่ที่กำหนด เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างชิ้นส่วนตามที่กำหนดในข้อ ข)

ค่าแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แรงดันไฟฟ้าทดสอบของวงจรช่วย
(ข้อ 9.7.4)

แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของวงจรช่วย (a.c. หรือ d.c.) V	แรงดันไฟฟ้าทดสอบ V
≤ 30	600
> 30 และ ≤ 50	1 000
> 50 และ ≤ 110	1 500
> 110 และ ≤ 250	2 000
> 250 และ ≤ 500	2 500

การป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ให้เริ่มต้นด้วยค่าที่ไม่เกินครึ่งหนึ่งของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด แล้วเพิ่มขึ้นจนถึงค่าที่กำหนด ภายในเวลาไม่น้อยกว่า 5 วินาที แต่ไม่มากกว่า 20 วินาที

ในระหว่างการทดสอบ ต้องไม่เกิดการวาบไฟตามผิว หรือมีรูทะลุ

หมายเหตุ 1 ไม่ต้องคำนึงถึงการปล่อยประจุซึ่งไม่ทำให้แรงดันไฟฟ้าตก

หมายเหตุ 2 ในกรณีของ RCCB ซึ่งมีวงจรช่วยที่ไม่สามารถเข้าถึงได้สำหรับการทวนสอบข้อกำหนดตามข้อ ข) ให้ทดสอบกับตัวอย่างที่จัดเตรียมพิเศษโดยผู้ทำหรือเป็นไปตามคู่มือการติดตั้งของผู้ทำ

หมายเหตุ 3 วงจรช่วยไม่รวมถึงวงจรควบคุมของ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย

หมายเหตุ 4 วงจรควบคุมนอกเหนือจากที่กำหนดในข้อ 9.7.5 และข้อ 9.7.6 ให้ทดสอบเช่นเดียวกับวงจรช่วย

9.7.5 วงจรทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าตรวจหา

วงจรทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าตรวจหาไม่ต้องทดสอบการฉนวน ถ้าวงจรไม่ได้ต่อเข้ากับชิ้นส่วนโลหะที่เข้าถึงได้ ตัวนำป้องกัน หรือส่วนที่มีไฟฟ้า

9.7.6 ขีดความสามารถของวงจรควบคุมที่ต่อเข้ากับวงจรหลักเกี่ยวกับความทนแรงดันไฟฟ้าสูง (กระแสตรง) เนื่องมาจากการวัดความต้านทานของฉนวน

การทดสอบให้ทำโดยการยึด RCCB ในตำแหน่งปิดวงจร กับแท่นรองรับโลหะ วงจรควบคุมทั้งหมดต่อวงจรเหมือนการใช้งาน

ให้ใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่มีคุณลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้

- แรงดันไฟฟ้าเปิด : 600 โวลต์ $^{+25}_{0}$ โวลต์

  หมายเหตุ ค่านี้เป็นค่าที่จัดให้

- ความพลิ้วสูงสุด (maximum ripple) : ร้อยละ 5

$$\text{เมื่อ ความพลิ้ว (ร้อยละ)} = \frac{\text{แรงดันไฟฟ้าสูงสุด} - \text{ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย}}{\text{ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย}} \times 100$$

– กระแสไฟฟ้าลัดวงจร : 12 มิลลิแอมแปร์ $^{+2}_{0}$ มิลลิแอมแปร์

ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบเป็นเวลา 1 นาที ระหว่างขั้วใดขั้วหนึ่งกับขั้วอื่นที่ต่อเข้าด้วยกันซึ่งต่อเข้ากับโครงหมุนเวียนไปจนครบทุกขั้ว

ภายหลังการทดสอบนี้แล้ว RCCB ต้องสามารถผ่านการทดสอบที่กำหนดในข้อ 9.9.2.3

9.8 การทดสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

9.8.1 อุณหภูมิของอากาศโดยรอบ

ให้วัดอุณหภูมิของอากาศโดยรอบในคาบเวลา 1 ใน 4 สุดท้าย (last quarter) ของช่วงเวลาทดสอบ โดยใช้เทอร์มอมิเตอร์หรือเทอร์มอคัปเปิลไม่น้อยกว่า 2 ตัว วัดในตำแหน่งที่สมมาตรกันรอบ RCCB ที่ความสูงประมาณครึ่งหนึ่งของความสูง RCCB และห่างจาก RCCB ประมาณ 1 เมตร

ต้องป้องกันเทอร์มอมิเตอร์หรือเทอร์มอคัปเปิลจากกระแสลมและรังสีความร้อน

หมายเหตุ ควรระมัดระวังเพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดอันเนื่องมาจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงฉับพลัน

9.8.2 วิธีทดสอบ

ป้อนกระแสไฟฟ้าเท่ากับ I_n ไหลผ่านทุกขั้วของ RCCB พร้อมกัน ในช่วงเวลาที่เพียงพอให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงค่าคงตัว ในทางปฏิบัติถือว่าถึงภาวะคงตัวเมื่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นไม่เกิน 1 เคลวินต่อชั่วโมง

RCCB แบบ 4 ขั้ว ให้ทดสอบครั้งแรกโดยให้กระแสไฟฟ้าที่กำหนดไหลผ่านขั้วของ 3 เฟส เท่านั้น แล้วทดสอบซ้ำโดยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขั้วที่ใช้ต่อเข้ากับสายกลาง และขั้วที่อยู่ติดกับขั้วสายกลาง

ในระหว่างการทดสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 5

9.8.3 การวัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของชิ้นส่วน

ให้วัดอุณหภูมิของชิ้นส่วนต่าง ๆ ตามที่กำหนดในตารางที่ 5 โดยใช้เทอร์มอคัปเปิลชนิดลวดละเอียดหรือวิธีการอื่นที่เทียบเท่า ณ ตำแหน่งที่เข้าถึงได้ใกล้จุดร้อนที่สุด

ต้องมั่นใจว่ามีการนำความร้อนที่ดีระหว่างเทอร์มอคัปเปิลกับพื้นผิวของชิ้นส่วนที่ทดสอบ

9.8.4 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของชิ้นส่วน

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของชิ้นส่วน คือ ผลต่างระหว่างอุณหภูมิของชิ้นส่วนที่วัดได้ตามข้อ 9.8.3 กับอุณหภูมิของอากาศโดยรอบที่วัดได้ตามข้อ 9.8.1

9.9 การทวนสอบคุณลักษณะเฉพาะการทำงาน

9.9.1 วงจรทดสอบ

ให้ติดตั้ง RCCB เหมือนการใช้งานตามปกติ

วงจรทดสอบ ต้องมีความเหนี่ยวนำต่ำและเป็นไปตามรูปที่ 4ก

เครื่องวัดสำหรับใช้วัดกระแสเหลือ อย่างน้อยต้องเป็นประเภท 0.5 และต้องแสดงหรือสามารถนำไปหาค่าได้r.m.s.จริง

เครื่องวัดสำหรับใช้วัดเวลาต้องมีความผิดพลาดสัมพัทธ์ไม่เกินร้อยละ 10 ของค่าที่วัดได้

9.9.2 การทดสอบขณะไม่มีโหลด มีกระแสเหลือเป็นกระแสสลับรูปคลื่นไซนูซอยด์อุณหภูมิอ้างอิง (20 ± 2) องศาเซลเซียส

RCCB ต้องทดสอบตามข้อ 9.9.2.1 ข้อ 9.9.2.2 และข้อ 9.9.2.3 (โดยให้ทดสอบข้อละ 5 ครั้ง) ตามลำดับ โดยสุ่มทดสอบเพียง 1 ขั้วเท่านั้น

RCCB ที่มีการตั้งกระแสเหลือใช้งานได้หลายค่า ให้ทดสอบแต่ละค่าจนครบทุกค่า

9.9.2.1 การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานในกรณีที่กระแสเหลือเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

สวิตช์ทดสอบ S_1 และ S_2 และ RCCB อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร ปรับกระแสเหลือให้เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ โดยให้มีค่าเริ่มต้นไม่เกิน 0.2 $I_{\Delta n}$ แล้วปรับให้ถึงค่า $I_{\Delta n}$ ภายในเวลา 30 วินาที แต่ละครั้งให้วัดกระแสไฟฟ้าทริป

ค่าที่ได้จากการวัด 5 ครั้งทุกค่า ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง $I_{\Delta no}$ กับ $I_{\Delta n}$

9.9.2.2 การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานขณะปิดวงจรในภาวะที่มีกระแสเหลือ

ให้สอบเทียบวงจรทดสอบที่กระแสเหลือที่ใช้งานที่กำหนด $I_{\Delta n}$ และสวิตช์ทดสอบ S_1 และ S_2 อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร ทำให้ RCCB ต่อวงจรเพื่อจำลองภาวะการใช้งานให้ใกล้เคียงเท่าที่เป็นไปได้ วัดเวลาตัดวงจรจำนวน 5 ครั้ง ค่าที่วัดได้ต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดสำหรับ $I_{\Delta n}$ ที่กำหนดในตารางที่ 1 ที่เป็นไปตามแบบของ RCCB

ในกรณีของ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายและเป็นประเภทตามข้อ 4.1.2.2 ก) วงจรควบคุมซึ่งได้รับแรงดันไฟฟ้าจากด้านเข้าของวงจรหลัก การทวนสอบไม่รวมเวลาที่จำเป็นสำหรับการป้อนทางไฟฟ้าให้ RCCB ในกรณีนี้ การทวนสอบให้RCCB ที่ทดสอบและสวิตช์ช่วย S_2 อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร แล้วทำให้เกิดกระแสเหลือทันที โดยทำให้สวิตช์ช่วย S_1 อยู่ในตำแหน่งปิด

9.9.2.3 การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานในกรณีที่เกิดกระแสเหลือทันที

ก) RCCB ทุกแบบ

ให้สอบเทียบวงจรทดสอบที่แต่ละค่าของกระแสเหลือตามที่กำหนดในตารางที่ 1 สวิตช์ทดสอบ S_1 และ RCCB อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร ให้ป้อนกระแสเหลือที่เกิดขึ้นทันทีโดยการปิดวงจรด้วยสวิตช์ทดสอบ S_2

RCCB ต้องทริปในระหว่างการทดสอบทุกครั้ง

ให้วัดเวลาตัดวงจรที่แต่ละค่าของกระแสเหลือ จำนวน 5 ครั้ง

เวลาตัดวงจรต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดที่กำหนดของกระแสเหลือแต่ละค่า

ข) การทดสอบเพิ่มเติมสำหรับ RCCB แบบ S

ให้สอบเทียบวงจรทดสอบอย่างสมบูรณ์ที่แต่ละค่าของกระแสเหลือตามที่กำหนดในตารางที่ 1 สวิตช์ทดสอบ S_1 และ RCCB อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร ให้ป้อนกระแสเหลือ

ที่เกิดขึ้นทันทีโดยปิดวงจรด้วยสวิตช์ทดสอบ S_2 สำหรับช่วงเวลาที่สอดคล้องกับเวลาไม่ทำงานต่ำสุด โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนร้อยละ $^{0}_{-5}$

การป้อนกระแสเหลือแต่ละครั้ง ให้มีระยะเวลาห่างกันไม่น้อยกว่า 1 นาที

ในระหว่างการทดสอบทุกครั้ง RCCB ต้องไม่ทริป

จากนั้นให้ทดสอบซ้ำยกเว้นการทดสอบที่ 500 แอมแปร์ ที่อุณหภูมิโดยรอบ –5 องศาเซลเซียส และ +40 องศาเซลเซียส

ในระหว่างการทดสอบทุกครั้ง RCCB ต้องไม่ทริป

9.9.2.4 การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานในกรณีที่เกิดกระแสเหลือทันทีระหว่าง 5 $I_{\Delta n}$ กับ 500 แอมแปร์

ให้สอบเทียบวงจรทดสอบอย่างสมบูรณ์ที่ค่ากระแสเหลือ ดังนี้

5 แอมแปร์ 10 แอมแปร์ 20 แอมแปร์ 50 แอมแปร์ 100 แอมแปร์ และ 200 แอมแปร์

สวิตช์ทดสอบ S_1 และ RCCB อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร ให้ป้อนกระแสเหลือที่เกิดขึ้นทันทีโดยการปิดวงจรด้วยสวิตช์ทดสอบ S_2

ในการทดสอบแต่ละครั้งที่ค่ากระแสเหลือ ให้ทำการวัดเวลาตัดวงจร

ในระหว่างการทดสอบแต่ละครั้ง RCCB ต้องทริป เวลาตัดวงจรต้องไม่เกินเวลาที่กำหนดในตารางที่ 1

9.9.3 การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานขณะที่มีโหลดที่อุณหภูมิอ้างอิง

ให้ทดสอบซ้ำตามข้อ 9.9.2.2 และข้อ 9.9.2.3 ขณะที่ RCCB มีโหลดที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดเหมือนการใช้งานตามปกติ เป็นเวลาเพียงพอเพื่อให้ถึงภาวะคงตัว

ในทางปฏิบัติถือว่าถึงภาวะคงตัวเมื่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นไม่เกิน 1 เคลวินต่อชั่วโมง

สำหรับ RCCB ที่มีการตั้งค่ากระแสเหลือใช้งานได้หลายค่า ให้ทดสอบแต่ละค่าจนครบทุกค่า

9.9.4 การทดสอบที่ขีดจำกัดของอุณหภูมิ

RCCB ต้องเป็นไปตามการทดสอบที่กำหนดในข้อ 9.9.2.3 อย่างสมบูรณ์ภายใต้ภาวะที่กำหนดดังนี้

ก) อุณหภูมิโดยรอบ –5 องศาเซลเซียส ขณะไม่มีโหลด

ข) อุณหภูมิโดยรอบ +40 องศาเซลเซียส ขณะที่ RCCB มีโหลดที่มีกระแสไฟฟ้าที่กำหนดก่อนที่แรงดันไฟฟ้าใด ๆ จนกระทั่งได้รับความร้อนถึงภาวะคงตัว ในทางปฏิบัติถือว่าภาวะคงตัวเมื่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นไม่เกิน 1 เคลวินต่อชั่วโมง

RCCB ที่มีการตั้งค่ากระแสเหลือที่ใช้งานได้หลายค่า ให้ทดสอบแต่ละค่าจนครบทุกค่า

หมายเหตุ การทำให้ร้อนก่อนอาจทำได้ที่แรงดันไฟฟ้าที่ลดค่าลง แต่วงจรช่วยต้องต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้าทำงานตามปกติ (โดยเฉพาะส่วนประกอบที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย)

9.9.5 ภาวะทดสอบพิเศษสำหรับ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย

RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย การทดสอบแต่ละครั้งให้ทดสอบที่แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย 1.1 เท่า และ 0.85 เท่าของแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายที่กำหนด โดยป้อนเข้าที่ขั้วต่อสายที่เกี่ยวเนื่อง

9.10 การทวนสอบความทนทานการใช้งานทางกลและทางไฟฟ้า

9.10.1 ภาวะทดสอบทั่วไป

ต้องยึด RCCB ไว้กับแท่นรองรับโลหะ

ให้ทดสอบที่แรงดันไฟฟ้าทำงานที่กำหนด ปรับกระแสไฟฟ้าให้เท่ากับกระแสไฟฟ้าที่กำหนด โดยใช้ตัวต้านทานและรีแอกเตอร์ต่ออนุกรมเข้ากับขั้วต่อสายด้านโหลด

ถ้าใช้รีแอกเตอร์แบบแกนอากาศ ให้นำตัวต้านทานที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านประมาณร้อยละ 0.6 ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านรีแอกเตอร์ มาต่อขนานเข้ากับแต่ละรีแอกเตอร์

ถ้าใช้รีแอกเตอร์แบบแกนเหล็ก กำลังสูญเสียของแกนเหล็กของรีแอกเตอร์ต้องไม่มีอิทธิพลต่อแรงดันไฟฟ้าฟื้นตัว

กระแสไฟฟ้าต้องมีรูปคลื่นใกล้ไซน์ และตัวประกอบกำลังต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.85 กับ 0.9

ต่อ RCCB เข้ากับวงจรด้วยตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดตามที่กำหนดในตารางที่ 8

9.10.2 วิธีทดสอบ

RCCB ที่มี $I_{\Delta n} > 0.010$ แอมแปร์ ให้ทดสอบ RCCB จำนวน 2 000 วัฏจักรการทำงาน แต่ละวัฏจักรการทำงานประกอบด้วยการทำงานปิด และตามด้วยการทำงานเปิด

RCCB ต้องทำงานเหมือนการใช้งานตามปกติ

การทำงานเปิด ให้ปฏิบัติดังนี้

- 1 000 วัฏจักรการทำงานแรก ให้ทดสอบโดยใช้อุปกรณ์บังคับกลไกด้วยมือ
- 500 วัฏจักรการทำงานต่อมา โดยใช้อุปกรณ์ทดสอบ
- 500 วัฏจักรการทำงานสุดท้าย โดยการป้อนกระแสเหลือใช้งานเท่ากับ $I_{\Delta n}$ ไหลผ่านขั้วหนึ่ง

RCCB ที่มี $I_{\Delta n} \leq 0.010$ แอมแปร์ จำนวนการทำงาน ต้องเป็น 500 – 750 –750 ตามลำดับ

ให้ทดสอบ RCCB เพิ่มเติมขณะไม่มีโหลด โดยใช้อุปกรณ์บังคับกลไกด้วยมือ ดังนี้

- 2 000 วัฏจักรการทำงานสำหรับ RCCB ที่มี $I_n \leq 25$ แอมแปร์
- 1 000 วัฏจักรการทำงานสำหรับ RCCB ที่มี $I_n > 25$ แอมแปร์

ความถี่ของการทำงานให้เป็นดังนี้

- 4 วัฏจักรการทำงานต่อนาที สำหรับ RCCB ที่มี $I_n \leq 25$ แอมแปร์ โดยมีช่วงเวลา "ON" อยู่ระหว่าง 1.5 วินาที กับ 2 วินาที
- 2 วัฏจักรการทำงานต่อนาที สำหรับ RCCB ที่มี $I_n > 25$ แอมแปร์ โดยมีช่วงเวลา "ON" อยู่ระหว่าง 1.5 วินาที กับ 2 วินาที

หมายเหตุ สำหรับ RCCB ที่มีการตั้งค่ากระแสเหลือใช้งานได้หลายค่า ให้ทดสอบโดยการตั้งที่ค่าต่ำสุด

9.10.3 สภาพของ RCCB ภายหลังการทดสอบ

ภายหลังการทดสอบตามข้อ 9.10.2 RCCB ต้องไม่แสดงผลดังนี้

- การสึกหรอมากเกินไป
- เปลือกหุ้มเสียหายจนนิ้วทดสอบมาตรฐานเข้าถึงส่วนที่มีไฟฟ้าได้
- การหลุดหลวมของการต่อทางไฟฟ้าและทางกล
- การไหลซึมของสารปิดผนึก (ถ้ามี)

ภายใต้ภาวะทดสอบตามข้อ 9.9.2.3 ก) RCCB ต้องทริปด้วยกระแสไฟฟ้าทดสอบเท่ากับ 1.25 $I_{\Delta n}$ ให้ทดสอบครั้งเดียวโดยไม่ต้องวัดเวลาตัดวงจร

จากนั้นให้นำ RCCB มาทดสอบความคงทนทางไดอิเล็กทริกตามที่กำหนดในข้อ 9.7.3 แต่ใช้แรงดันไฟฟ้าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด แต่ต้องไม่น้อยกว่า 900 โวลต์ เป็นเวลา 1 นาที โดยไม่ต้องอบความชื้นก่อน

9.11 การทวนสอบการทำงานของ RCCB ภายใต้ภาวะลัดวงจร

9.11.1 รายการทดสอบการลัดวงจร

การทดสอบต่าง ๆเพื่อทวนสอบการทำงานของ RCCB ภายใต้ภาวะลัดวงจรให้เป็นไปตามตารางที่ 13

ตารางที่ 13 รายการทดสอบเพื่อทวนสอบการทำงานของ RCCB ภายใต้ภาวะลัดวงจร
(ข้อ 9.11.1)

การทวนสอบ	หัวข้อ
วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสที่กำหนด I_m	9.11.2.2
วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด $I_{\Delta m}$	9.11.2.3
การประสานของกระแสไฟฟ้าลัดวงจรภายใต้ภาวะที่กำหนด I_{nc}	9.11.2.4 ก)
การประสานวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสที่กำหนด I_m	9.11.2.4 ข)
การประสาน ที่กระแสไฟฟ้าลัดวงจรของกระแสเหลือภายใต้ภาวะที่กำหนด $I_{\Delta c}$	9.11.2.4 ค)

9.11.2 การทดสอบการลัดวงจร

9.11.2.1 ภาวะทั่วไปสำหรับการทดสอบ

ให้ใช้ภาวะตามข้อ 9.11.2 สำหรับการทดสอบเพื่อทวนสอบการทำงานของ RCCB ภายใต้ภาวะลัดวงจร

หมายเหตุ RCCB ที่มีการตั้งค่ากระแสเหลือใช้งานได้หลายค่า ให้ทดสอบโดยการตั้งที่ค่าต่ำสุด

ก) วงจรทดสอบ

ให้ใช้แผนภาพของวงจรทดสอบตามที่กำหนดในรูปที่ 5 รูปที่ 6 รูปที่ 7 รูปที่ 8 รูปที่ 9 ตามลำดับสำหรับการทดสอบเกี่ยวกับ

- RCCB แบบขั้วเดี่ยว มีทางเดินกระแสไฟฟ้า 2 ทาง

- RCCB แบบ 2 ขั้ว
- RCCB แบบ 3 ขั้ว
- RCCB แบบ 3 ขั้ว มีทางเดินกระแสไฟฟ้า 4 ทาง (รูปที่ 8)
- RCCB แบบ 4 ขั้ว (รูปที่ 9)

ป้อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย S รวมทั้งตัวต้านทาน R รีแอกเตอร์ L SCPD (ถ้ามี) (ดู ข้อ 3.4.8) RCCB ที่ทดสอบ (D) รวมทั้งตัวต้านทาน R_2 และ/หรือ R_3 เท่าที่จะทำได้

ปรับตั้งค่าตัวต้านทานและรีแอกเตอร์ของวงจรทดสอบเพื่อให้เป็นไปตามภาวะทดสอบที่ได้กำหนดไว้

รีแอกเตอร์ L ต้องเป็นแบบแกนอากาศ และต้องต่ออนุกรมกับตัวต้านทาน R และค่าของรีแอกเตอร์ ต้องหาได้จากการเชื่อมต่อแบบอนุกรมของรีแอกเตอร์แต่ละตัว การต่อรีแอกเตอร์แบบขนานสามารถทำได้ถ้ารีแอกเตอร์ทั้งหมดมีค่าเวลาคงตัวที่เหมือนกัน

เนื่องจากคุณลักษณะเฉพาะของแรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวของวงจรทดสอบที่รวมรีแอกเตอร์แกนอากาศขนาดใหญ่และไม่ได้เป็นตัวแทนของภาวะการใช้งานตามปกติ ให้นำตัวต้านทานที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านประมาณร้อยละ 0.6 ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านรีแอกเตอร์ มาต่อขนานเข้ากับรีแอกเตอร์แต่ละตัว ยกเว้นมีข้อตกลงระหว่างผู้ทำกับผู้ใช้

ในแต่ละวงจรทดสอบ ให้ต่อตัวต้านทาน R และรีแอกเตอร์ L ระหว่างแหล่งจ่าย S กับ RCCB

ให้ต่อ SCPD หรืออิมพีแดนซ์สมมูล (ดูข้อ 9.11.2.2 ก)และ ดูข้อ 9.11.2.3 ก))ระหว่าง ตัวต้านทาน R และ RCCB

ตัวต้านทานเพิ่มเติม R_3 ถ้าใช้ ต้องต่อทางด้านโหลด ของ RCCB

สำหรับการทดสอบตามข้อ 9.11.2.4 ก) และ ค) ต้องต่อ RCCB ด้วยสายไฟฟ้าที่มีความยาว 0.75 เมตร ต่อหนึ่งขั้ว และ มีขนาดพื้นที่หน้าตัดสูงสุด ที่สมนัยกันกับกระแสไฟฟฟ้าที่กำหนดในตารางที่ 4

หมายเหตุ ควรใช้สายไฟฟ้าความยาว 0.5 เมตรต่อทางแหล่งจ่าย และ 0.25 เมตรทางด้านโหลด ของ RCCB

ต้องแสดงแผนภาพวงจรทดสอบในรายงานผลการทดสอบ ตามรูปที่เกี่ยวเนื่อง

ต้องมีจุดต่อลงดินเพียงจุดเดียวของวงจรทดสอบ ซึ่งอาจเป็นจุดเชื่อมต่อลัดวงจรของวงจรทดสอบ หรือจุดเป็นกลางของแหล่งจ่าย หรือจุดอื่น ๆที่เหมาะสม วิธีต่อลงดินต้องแสดงในรายงานผลการทดสอบ

R_2 ที่สอบเทียบแล้วอย่างเหมาะสม คือความต้านทานที่จะทำให้ได้ค่ากระแสไฟฟ้าต่าง ๆดังนี้

- กระแสไฟฟ้าเหลือขนาด 10 $I_{\Delta n}$ เพื่อทำให้ RCCB ตัดวงจรภายในเวลาต่ำสุดที่เหมาะสม ตามที่กำหนดในตารางที่ 1
- วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด $I_{\Delta m}$
- กระแสไฟฟ้าลัดวงจรของกระแสเหลือภายใต้ภาวะที่กำหนด $I_{\Delta c}$

S_1 คือสวิตช์ช่วย

ให้ทดสอบเพื่อทวนสอบค่าต่ำสุดของ I^2t และค่าต่ำสุด I_p ที่ RCCBทนได้ ในตารางที่ 15 ให้ทดสอบ ถ้ามี SCPD ต้องปรับตั้งและใช้ลวดเงินหรือฟิวส์แทน (ดูภาคผนวก ฒ) หรือโดยวิธีอื่น ผู้ทำอาจกำหนดแบบ SCPD ที่ใช้ในการทดสอบ

เพื่อวัตถุประสงค์ของการทดสอบนี้ การทวนสอบและการปรับตั้ง SCPD (I^2t และ I_p) ให้ทำก่อนการทดสอบโดยแทน RCCB ด้วย การต่อชั่วคราวที่มีค่าอิมพีแดนซ์น้อยไม่ต้องคำนึงถึง

ค่าต่ำสุดของพลังงานปล่อยผ่าน I^2t และกระแสค่ายอด I_p ขึ้นอยู่กับมุมทางไฟฟ้า 45° ในตารางที่ 15 ค่าเหล่านี้ต้องไม่สูงกว่า 1.1 เท่าของค่าที่กำหนดในตารางที่ 15 โดยไม่ต้องทำข้อตกลงกับผู้ทำ

ตารางที่ 15 ค่าต่ำสุดของพลังงานปล่อยผ่าน I^2t และกระแสค่ายอด I_p

(ข้อ 9.11.2.1)

		I_n A								
I_{nc} และ $I_{\Delta c}$ A		≤ 16	≤ 20	≤ 25	≤ 32	≤ 40	≤ 63	≤ 80	≤ 100	≤ 125
500	I_p(kA)	0.45	0.47	0.5	0.57					
	I^2t (kA^{2}s)	0.4	0.45	0.53	0.68					
1000	I_p(kA)	0.65	0.75	0.9	1.18					
	I^2t (kA^{2}s)	0.50	0.9	1.5	2.7					
1500	I_p(kA)	1.02	1.1	1.25	1.5	1.9	2.1			
	I^2t (kA^{2}s)	1	1.5	2.4	4.1	9.75	22			
3000	I_p(kA)	1.1	1.2	1.4	1.85	2.35	3.3	3.5	3.8	3.95
	I^2t (kA^{2}s)	1.2	1.8	2.7	4.5	8.7	22.5	26	42	72.5
4500	I_p(kA)	1.15	1.3	1.5	2.05	2.7	3.9	4.3	4.8	5.6
	I^2t (kA^{2}s)	1.45	2.1	3.1	5.0	9.7	28	31	45	82.0
6000	I_p(kA)	1.3	1.4	1.7	2.3	3	4.05	4.7	5.3	5.8
	I^2t (kA^{2}s)	1.6	2.4	3.7	6.0	11.5	25	31	48	65.0
10000	I_p(kA)	1.45	1.8	2.2	2.6	3.4	4.3	5.1	6	6.4
	I^2t (kA^{2}s)	1.9	2.7	4	6.5	12	24	31	48	60.0

หมายเหตุ อาจใช้ค่า I^2t และค่า I_p ที่สูงกว่านี้ได้ตามคำร้องขอของผู้ทำ

สำหรับค่ากระแสไฟฟ้าทดสอบลัดวงจรที่อยู่ระหว่างกลางให้ใช้ค่าที่สูงกว่าถัดขึ้นไป

การทวนสอบค่าต่ำสุดของ I^2t และค่า I_pไม่จำเป็น ถ้าผู้ทำระบุค่าของ RCCB ที่สูงกว่าค่าต่ำสุด ในกรณีดังกล่าว ให้ทวนสอบค่าระบุ

การประสานของเครื่องตัดวงจรอัตโนมัติ จำเป็นต้องทดสอบชุดผสมนี้

ต้องต่อส่วนที่นำไฟฟ้าได้ทุกส่วนของ RCCB ลงดินในการใช้งานตามปกติ รวมทั้งส่วนรองรับโลหะที่ RCCB ถูกติดตั้งหรือเปลือกหุ้มโลหะใด ๆ (ดูข้อ 9.11.2.1 ฉ) ต้องต่อเข้ากับจุดเป็นกลางของแหล่งจ่ายหรือจุดเป็นกลางเทียม(artificial)ที่ไม่มีความเหนี่ยวนำอย่างมีนัยสำคัญ ที่ยอมกระแสไฟฟ้าผิดพร่องคาดหวังอย่างน้อย 100 แอมแปร์

การต่อนี้ต้องรวมลวดทองแดง *F* ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1 มิลลิเมตร และมีความยาวไม่ต่ำกว่า 50 มิลลิเมตร เพื่อตรวจหากระแสไฟฟ้าผิดพร่องและถ้าจำเป็น ตัวต้านทาน R_1 ที่จำกัดกระแสไฟฟ้าผิดพร่องคาดหวังไว้ไม่เกิน 100 แอมแปร์

ให้ต่อตัวรับรู้กระแสไฟฟ้า O_1 ทางด้านโหลดของ RCCB

ให้ต่อตัวรับรู้แรงดันไฟฟ้า O_2 ดังนี้ :

- คร่อมขั้วต่อสายของขั้วไฟฟ้าสำหรับ RCCB แบบขั้วเดี่ยว ;
- คร่อมขั้วต่อสายของแหล่งจ่ายสำหรับ RCCB แบบหลายขั้ว

ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในรายงานผลการทดสอบ ความต้านทานของวงจรวัดต้องมีค่าอย่างน้อย 100 โอห์ม ต่อโวลต์ของแรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวที่ความถี่กำลัง

ป้อนแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายเข้ากับ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ด้วยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด(หรือในกรณีที่เกี่ยวเนื่อง ป้อนด้วยแรงดันไฟฟ้าค่าต่ำของพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด) ในกรณีของ RCCB ตามข้อ 4.1.2.1 เพื่อทำให้การตัดวงจรทำงาน จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ T ทางด้านโหลดของ RCCB หรือใส่แทรกอุปกรณ์ลัดวงจรเพิ่มเติมที่ตำแหน่งนั้น เพื่อลัดวงจร

ข) เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของปริมาณทดสอบ

การทดสอบทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการทวนสอบการต่อวงจรและการตัดวงจร และการประสานที่ถูกต้องระหว่าง RCCB กับ SCPDs ต้องทดสอบที่ค่าปริมาณอิทธิพลและตัวประกอบตามที่ผู้ทำแจ้งไว้ในตารางที่ 1 ของมาตรฐานนี้ ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

การทดสอบถือว่าถูกต้องถ้าปริมาณที่บันทึกในรายงานผลการทดสอบ เป็นไปตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนดังต่อไปนี้

- กระแสไฟฟ้า ร้อยละ $^{+5}_{0}$
- ความถี่ ดูข้อ 9.2
- ตัวประกอบกำลัง $^{0}_{-0.05}$
- แรงดันไฟฟ้า (รวมทั้งแรงดันไฟฟ้าฟื้นตัว) ± ร้อยละ 5

ค) ตัวประกอบกำลังของวงจรทดสอบ

ต้องหาค่าตัวประกอบกำลังของแต่ละเฟสของวงจรทดสอบด้วยวิธีที่ยอมรับได้และต้องระบุไว้ในรายงานผลการทดสอบ ตัวอย่างวิธีหาตัวประกอบ 2 วิธีที่แสดงไว้ในภาคผนวก ฉ.

ให้พิจารณาตัวประกอบกำลังของวงจรทดสอบหลายเฟสเป็นค่าเฉลี่ยของตัวประกอบกำลังของแต่ละเฟส

ตัวประกอบกำลัง ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ตัวประกอบกำลังสำหรับการทดสอบการลัดวงจร
(ข้อ 5.3.9 ข้อ 9.11.2 ข้อ 9.11.2.1 ค))

กระแสไฟฟ้าลัดวงจร (I_c) A	ตัวประกอบกำลัง
$I_c \leq 500$	0.95 ถึง 1.00
$500 < I_c \leq 1\ 500$	0.93 ถึง 0.98
$1\ 500 < I_c \leq 3\ 000$	0.85 ถึง 0.90
$3\ 000 < I_c \leq 4\ 500$	0.75 ถึง 0.80
$4\ 500 < I_c \leq 6\ 000$	0.65 ถึง 0.70
$6\ 000 < I_c \leq 10\ 000$	0.45 ถึง 0.50
$10\ 000 < I_c \leq 25\ 000$	0.20 ถึง 0.25

ง) แรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวที่ความถี่กำลัง

ค่าแรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวที่ความถี่กำลังต้องเท่ากับค่าที่สมนัยร้อยละ 105 ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของ RCCB ที่ทดสอบ

หมายเหตุ ค่าร้อยละ 105 ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดคือแรงดันไฟฟ้าที่ครอบคลุมผลกระทบของการแปรผันของแรงดันไฟฟ้าของระบบภายใต้ภาวะการใช้งานตามปกติ อาจเพิ่มขีดจำกัดบนนี้ได้โดยความยอมรับของผู้ทำ

ภายหลังการดับอาร์กแต่ละครั้ง ต้องรักษาแรงดันไฟฟ้าฟื้นตัวที่ความถี่กำลังเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 0.1 วินาที

จ) การสอบเทียบวงจรทดสอบ

ให้แทนที่ RCCB และ SCPD(ถ้ามี) ด้วยการต่อชั่วคราว G_1 ที่มีอิมพีแดนซ์น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับวงจรทดสอบ

สำหรับการทดสอบตามข้อ 9.11.2.4 ก) ให้ลัดวงจรขั้วต่อสายของโหลดRCCB ด้วยการต่อ G_2 ที่มีอิมพีแดนซ์น้อยมาก ให้ปรับตั้งตัวต้านทาน R และรีแอกเตอร์ L เพื่อให้ได้กระแสไฟฟ้าที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ซึ่งเท่ากับกระแสไฟฟ้าลัดวงจรภายใต้ภาวะที่กำหนดที่ตัวประกอบกำลังที่ได้แจ้งไว้ ให้ป้อนไฟฟ้าที่ทุกขั้วของวงจรทดสอบพร้อมกัน และให้บันทึกกราฟด้วยตัวรับรู้กระแสไฟฟ้า O_1

นอกจากนี้ สำหรับการทดสอบตามข้อ 9.11.2.2 ข้อ 9.11.2.3 ข้อ 9.11.2.4 ข) และ ค) ให้ใช้ตัวต้านทานเพิ่มเติม R_2 และ/หรือ R_3 ตามความจำเป็น เพื่อให้ได้ค่ากระแสไฟฟ้าทดสอบตามที่ต้องการ (I_m $I_{\Delta m}$ และ $I_{\Delta c}$ ตามลำดับ)

ฉ) ภาวะของ RCCB สำหรับการทดสอบ

ต้องทดสอบ RCCB ในอากาศอิสระตามที่กำหนดในข้อ ฉ.1) ของข้อนี้ ยกเว้นผู้ทำออกแบบให้ใช้งานในเปลือกหุ้มเท่านั้น หรือมีเจตนาให้ใช้งานในเปลือกหุ้มเดี่ยวเท่านั้น ในแต่ละกรณีให้ทดสอบตามข้อ ฉ.2) หรือตามข้อตกลงของผู้ทำ ให้ทดสอบตามข้อ ฉ.1)

หมายเหตุ เปลือกหุ้มเดี่ยว หมายถึง เปลือกหุ้มที่ออกแบบให้ใช้กับหนึ่งเครื่องเท่านั้น

RCCB ต้องทำงานในภาวะที่จำลองขึ้นให้ใกล้เคียงกับการทำงานตามปกติเท่าที่เป็นไปได้

ฉ.1) การทดสอบในอากาศอิสระ

ให้ติดตั้ง RCCB ที่ทดสอบ ดังแสดงในภาคผนวก ค. รูปที่ ค.1

ให้ใส่แผ่นพอลิเอทิลีนบาง และแผ่นกั้นที่ทำด้วยวัสดุฉนวนที่กำหนดในภาคผนวก ค. ดังแสดงในรูปที่ ค.1 สำหรับการทำงานเปิด (O) เท่านั้น

กริดตามที่กำหนดในภาคผนวก ค. ต้องอยู่ในตำแหน่งซึ่งก๊าซที่แตกตัวที่แพร่กระจายออกมาสามารถผ่านกริดได้ และต้องวางกริดให้อยู่ในตำแหน่งที่ให้ผลเลวที่สุด

หมายเหตุ ถ้าไม่สามารถสังเกตเห็นที่ระบายหรือถ้าไม่มีที่ระบาย ผู้ทำต้องให้ข้อมูลที่เหมาะสม

วงจรกริด (ดูรูปที่ ค.3) ต้องต่อเข้ากับจุด B และจุด C ดังแสดงในแผนภาพวงจรทดสอบของรูปที่ 5 ถึงรูปที่ 9

ตัวต้านทาน R′ ต้องมีความต้านทาน 1.5 โอห์ม ลวดทองแดง F′ (ดูรูปที่ ค.3) ต้องมีความยาว 50 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.12 มิลลิเมตร สำหรับ RCCB ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 230 โวลต์ และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.16 มิลลิเมตร สำหรับ RCCB ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 400 โวลต์

กระแสไฟฟ้าทดสอบไม่เกิน 1 500 แอมแปร์ ระยะห่าง “a” ต้องเท่ากับ 35 มิลลิเมตร

กรณีที่กระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่ไม่เกิน I_{nc} ระยะห่าง “a” อาจจะเพิ่มขึ้นและ/หรือเพิ่มเติมแผ่นกั้น หรือเพิ่มวิธีการฉนวนที่เหมาะสมตามที่ผู้ทำกำหนดไว้ ถ้าเพิ่มระยะห่าง “a” ต้องเลือกจากเลขอนุกรม 40-45-50-55-... มิลลิเมตร และผู้ทำระบุ

ฉ.2) การทดสอบในเปลือกหุ้ม

ให้ถอดกริดและแผ่นกั้นที่ทำด้วยวัสดุฉนวน ที่แสดงในรูปที่ ค.1 ออก

การทดสอบให้ทำในลักษณะที่ติดตั้ง RCCB ในเปลือกหุ้มในสภาพที่ให้ผลเลวที่สุด

หมายเหตุ ข้อกำหนดนี้หมายความว่า ถ้าปกติ RCCB อื่น (หรืออุปกรณ์อื่น) ติดตั้งไว้ในทิศทางที่กริดควรจะวางอยู่ ให้ป้อนแหล่งจ่ายไฟฟ้ากับ RCCB (หรืออุปกรณ์อื่น) เหมือนการใช้งานตามปกติ แต่ผ่าน F′ และ R′ ตามที่กำหนดในข้อ ฉ.1 และต่อเข้ากับวงจรดังแสดงในรูปที่ 5 ถึงรูปที่ 9 ตามความเหมาะสม

เพื่อให้สอดคล้องกับคู่มือการติดตั้งของผู้ทำ แผ่นกั้นหรือวิธีการอื่นหรือระยะห่างในอากาศที่เพียงพอ อาจจำเป็นเพื่อป้องกันก๊าซที่แตกตัวมีผลต่อการติดตั้ง

ให้ติดตั้งแผ่นพอลิเอทิลีนบางตามที่กำหนดในภาคผนวก ค. ดังแสดงในรูปที่ ค.1 ที่ระยะห่างจากอุปกรณ์บังคับกลไก 10 มิลลิเมตร สำหรับการทำงานเปิด (O) เท่านั้น

ช) ลำดับการทำงาน

ขั้นตอนการทดสอบประกอบด้วยลำดับการทำงาน ให้ใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้สำหรับกำหนดลำดับการทำงาน

O หมายถึง การทำงานเปิดวงจร เกิดการลัดวงจรโดยสวิตช์ *T* โดยที่ RCCB และ SCPD(ถ้ามี) อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร

CO หมายถึง การทำงานปิดวงจรของ RCCB และสวิตช์ *T* และ SCPD(ถ้ามี) อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร ตามด้วยการทำงานเปิดวงจรอย่างอัตโนมัติ (ในกรณีของ SCPD ดูข้อ 9.11.2.4)

t หมายถึง ช่วงเวลาระหว่างการทำงานลัดวงจรที่ต่อเนื่องกัน 2 ครั้ง ต้องเท่ากับ 3 นาที หรือเป็นระยะเวลาที่นานเท่าที่ต้องการ สำหรับการปรับตั้งใหม่ หรือการเปลี่ยน ของ SCPD ถ้ามี

ซ) การทำงานของ RCCB ระหว่างการทดสอบ

ระหว่างการทดสอบ RCCB ต้องไม่เกิดอันตรายต่อผู้ทดสอบ

ต้องไม่มีการอาร์กอย่างถาวร ไม่มีการวาบไฟตามผิวระหว่างขั้วหรือระหว่างขั้วกับโครงรองรับ ไม่มีการละลายของฟิวส์ F หรือฟิวส์ F′ (ถ้ามี)

ฌ) ภาวะของ RCCB หลังจากทดสอบ

ภายหลังแต่ละการทดสอบตามข้อ 9.11.2.2 ข้อ 9.11.2.3 ข้อ 9.11.2.4 ก) ข้อ 9.11.2.4 ข) และ ข้อ 9.11.2.4 ค) RCCB ต้องไม่เสียหายจนมีผลต่อการใช้งานต่อไปได้โดยไม่มีการซ่อมบำรุง และต้องสามารถ

- เป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ ข้อ 9.7.3 แต่ที่สองเท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดเป็นเวลา 1 นาที โดยไม่ต้องทำการอบความชื้นก่อน
- ต่อและตัดกระแสไฟฟ้าที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

ภายใต้ภาวะของข้อ 9.9.2.3 ก) RCCB ต้องทริปเมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าทดสอบ 1.25 $I_{\Delta n}$ ให้ทดสอบเพียงหนึ่งครั้งกับหนึ่งขั้วที่สุ่มมาทดสอบ โดยที่ไม่ต้องวัดเวลาตัดวงจรของ RCCB

แผ่นพอลิเอทิลีนบาง ต้องไม่มีรูที่มองเห็นได้ตามปกติหรือเห็นได้ชัดเจนโดยไม่มีการช่วยขยายการมองเห็น

นอกจากนี้ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายต้องสามารถผ่านการทดสอบตามข้อ 9.17 ถ้าทดสอบได้

9.11.2.2 การทวนสอบวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสที่กำหนด (I_m)

การทดสอบนี้มีเจตนาเพื่อทวนสอบความสามารถของ RCCB ในการต่อวงจร การนำกระแสไฟฟ้าตามเวลาที่กำหนด และการตัดกระแสลัดวงจรขณะที่มีกระแสเหลือเป็นสาเหตุให้ RCCB ทำงาน

ก) ภาวะทดสอบ

ต้องทดสอบ RCCB ตามภาวะการทดสอบทั่วไปที่กำหนดในข้อ 9.11.2.1 แต่ไม่มี SCPD ต่อแทรกในวงจร

ให้แทนการต่อ G_1 ที่มีอิมพีแดนซ์น้อยมาก ด้วย RCCB และการต่อที่มีอิมพีแดนซ์ เท่ากับอิมพีแดนซ์ของ SCPD โดยประมาณ

สวิตช์ช่วย S_1 อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร

ข) วิธีทดสอบ

ให้กระแสเหลือใช้ทำงานมีค่าเท่ากับ 10 $I_{\Delta n}$ ไหลผ่านสวิตช์ S_1 และความต้านทาน R_2 ลำดับการทำงานต้องเป็นดังนี้

CO-t-CO-t-CO

9.11.2.3 การทวนสอบวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด ($I_{\Delta m}$)

การทดสอบนี้มีเจตนาเพื่อทวนสอบความสามารถของ RCCB ในการต่อวงจร การนำกระแสไฟฟ้าตามเวลาที่กำหนด และการตัดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรของกระแสเหลือ

ก) ภาวะทดสอบ

ต้องทดสอบ RCCB ตามภาวะทดสอบทั่วไปที่กำหนดในข้อ 9.11.2.1 แต่ไม่มี SCPD ต่อแทรกในวงจร แต่ให้ต่อในลักษณะที่กระแสไฟฟ้าลัดวงจรเป็นกระแสเหลือ

การทดสอบนี้ ไม่ต้องใช้ R_3 ให้เปิดวงจร

ให้ต่อทางเดินกระแสไฟฟ้าซึ่งไม่ได้นำกระแสไฟฟ้าลัดวงจรของกระแสเหลือเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วต่อสายด้านเข้า

ให้แทนการต่อ G_1 ที่มีอิมพีแดนซ์น้อยมาก ด้วย RCCB และ การต่อที่มีอิมพีแดนซ์ เท่ากับอิมพีแดนซ์ของ SCPD โดยประมาณ

สวิตช์ช่วย S_1 อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร

ให้ทดสอบแต่ละขั้วหมุนเวียนกันยกเว้นขั้วสายกลางที่มีสวิตช์(switched neutral pole)(ถ้ามี)

ข) วิธีทดสอบ

ลำดับการทำงานต้องเป็นดังนี้

O-t-CO-t-CO

การทำงานตัดวงจรในสวิตช์ช่วย *T* ซิงโครไนซ์กับคลื่นแรงดันไฟฟ้าเพื่อให้ได้จุดเริ่มต้นที่มุม 45 องศา ± 5 องศา

ต้องใช้ขั้วเดียวกัน เพื่อใช้อ้างอิงกันสำหรับจุดประสงค์ของการซิงโครไนซ์ สำหรับตัวอย่างที่แตกต่างกัน

9.11.2.4 การทวนสอบการประสานระหว่าง RCCB กับ SCPD

การทดสอบนี้มีเจตนาเพื่อทวนสอบว่า RCCB ที่ป้องกันโดย SCPD สามารถทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ถึงกระแสไฟฟ้าลัดวงจรภายใต้ภาวะที่กำหนด (ดูข้อ 5.3.10) โดยไม่เสียหาย

กระแสไฟฟ้าลัดวงจรถูกตัดด้วยการทำงานร่วมกันของ RCCB และ SCPD

ระหว่างการทดสอบทั้ง RCCB และ SCPD ทำงาน หรือ SCPD ทำงานตัวเดียว อย่างไรก็ตาม ถ้า RCCB เปิดวงจรตัวเดียว ถือว่าการทดสอบผ่าน

ให้เปลี่ยนหรือปรับตั้ง SCPD ทุกครั้งที่ทำงานแต่ละครั้ง

การทดสอบต่อไปนี้(ดูตารางที่ 13) ให้ทำหลังจากภาวะทั่วไปตามข้อ 9.11.2.1 :

- การทดสอบ(ดูข้อ 9.11.2.4 ก)) เพื่อตรวจสอบว่า ที่กระแสไฟฟ้าลัดวงจรภายใต้ภาวะที่กำหนด I_{nc} SCPD ต้องทำงานและป้องกัน RCCB

  การทดสอบกระทำโดยไม่ตั้งค่ากระแสเหลือใด ๆ

- การทดสอบ (ดูข้อ 9.11.2.4 ข)) เพื่อตรวจสอบว่า กระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่สมนัยกันกับค่าที่กำหนดของวิสัยสามารถการต่อและการตัดวงจร I_m SCPD ต้องทำงานและป้องกัน RCCB

  การทดสอบกระทำโดยไม่ตั้งค่ากระแสเหลือใด ๆ

- การทดสอบ (ดูข้อ 9.11.2.4 ค)) เพื่อตรวจสอบว่า กระแสไฟฟ้าลัดวงจรของเฟสกับดินมีค่าถึงค่าของกระแสไฟฟ้าลัดวงจรของกระแสเหลือภายใต้ภาวะที่กำหนด $I_{\Delta c}$ RCCB ต้องสามารถทนต่อความเค้นที่สมนัยกัน

การทำงานตัดวงจรในสวิตช์ช่วย T ซิงโครไนซ์กับคลื่นแรงดันไฟฟ้าเพื่อให้จุดเริ่มต้นเกิดที่ 45 องศา ± 5 องศา

ต้องใช้ขั้วเดียวกัน เพื่อใช้อ้างอิงกันสำหรับเจตนาของการซิงโครไนซ์ สำหรับตัวอย่างที่แตกต่างกัน

ก) การทวนสอบการประสานเมื่อมีกระแสไฟฟ้าลัดวงจรภายใต้ภาวะที่กำหนด (I_{nc})

1) ภาวะทดสอบ

ให้แทนการต่อ G_1 ที่มีอิมพีแดนซ์น้อยมาก ด้วย RCCB และด้วย SCPD

เปิดสวิตช์ช่วย S_1 : โดยไม่ตั้งค่ากระแสเหลือใด ๆ

2) วิธีทดสอบ

ลำดับการทำงานต้องเป็นดังนี้

O-t-CO.

ข) การทวนสอบการประสานของวิสัยสามารถการต่อและการตัดวงจรที่กำหนด (I_m)

1) ภาวะทดสอบ

ให้แทนการต่อ G_1 ที่มีอิมพีแดนซ์น้อยมาก ด้วย RCCB และด้วย SCPD

เปิดสวิตช์ช่วย S_1 : โดยไม่ตั้งค่ากระแสเหลือใด ๆ

2) วิธีทดสอบ

ลำดับการทำงานต้องเป็นดังนี้

O-t-CO-t-CO.

ค) การทวนสอบการประสานของกระแสไฟฟ้าลัดวงจรของกระแสเหลือภายใต้ภาวะที่กำหนด ($I_{\Delta c}$)

1) ภาวะทดสอบ

ต้องทดสอบ RCCB ตามภาวะทดสอบทั่วไปที่กำหนดในข้อ 9.11.2.1 แต่ต่อในลักษณะที่กระแสไฟฟ้าลัดวงจรเป็นของกระแสเหลือ

ให้ทดสอบเพียงขั้วเดียวเท่านั้นซึ่งต้องไม่ใช่ขั้วตัดต่อสายกลางที่มีสวิตช์ ของ RCCB

ให้ต่อทางเดินกระแสไฟฟ้าซึ่งไม่ได้นำกระแสไฟฟ้าลัดวงจรของกระแสเหลือเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วต่อสายด้านเข้า

แทนการต่อ G_1 ที่มีอิมพีแดนซ์น้อยมาก ด้วย RCCB และด้วย SCPD

สวิตช์ช่วย S_1 อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร

2) วิธีทดสอบ

ลำดับการทำงานต้องเป็นดังนี้

O-t-CO-t-CO

9.12 การทวนสอบความทนการช็อกและแรงกระแทกทางกล

9.12.1 การช็อกทางกล

9.12.1.1 อุปกรณ์ทดสอบ

ให้ทดสอบ RCCB ด้วยการช็อกทางกลโดยใช้เครื่องทดสอบดังแสดงในรูปที่ 11 ซึ่งประกอบด้วยฐานไม้ A ติดตั้งบนแท่นคอนกรีต และยึดกับแท่นไม้ B ด้วยบานพับกับ ฐานไม้ A แผงไม้ C ติดตั้งในแนวตั้งฉากกับแท่นไม้ B ซึ่งสามารถเปลี่ยนระยะในแนวระดับจากบานพับ และสามารถหมุนเปลี่ยนตำแหน่งที่ตั้งฉากกันได้ 2 ตำแหน่ง ที่ปลายแท่นไม้ B รองรับด้วยแผ่นหยุดทำด้วยโลหะ (metal stop-plate) D ซึ่งวางอยู่บนขดลวดสปริงที่มีค่าคงตัวของความยืดหยุ่นเท่ากับ 25 นิวตันต่อมิลลิเมตร

ยึด RCCB เข้ากับแผงไม้ C ให้แน่น โดยมีระยะห่างในแนวระดับจากจุดกึ่งกลางของตัวอย่างกับแท่นไม้ B เท่ากับ 180 มิลลิเมตร เลื่อนแผงไม้ C จนกระทั่งระยะห่างด้านหน้าที่ติดตั้งตัวอย่างอยู่ห่างจากบานพับเท่ากับ 200 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 11

ให้ยึดมวลติดกับอีกด้านหนึ่งแผงไม้ C ที่ตรงข้ามกับด้านที่ติดตั้ง RCCB เพื่อให้เกิดแรงสถิตบนแผ่นหยุดทำด้วยโลหะ D เท่ากับ 25 นิวตัน และได้โมเมนต์ความเฉื่อยของระบบมีค่าคงที่

9.12.1.2 วิธีทดสอบ

ให้ทดสอบในขณะที่ RCCB อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร แต่ไม่ต้องต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า ยกแท่นไม้ B ที่ปลายอิสระแล้วปล่อยให้ตกลงมาจำนวน 50 ครั้ง จากความสูง 40 มิลลิเมตร ช่วงระหว่างการตกลงมาแต่ละครั้งต้องให้ตัวอย่างหยุดนิ่ง

หลังจากนั้นยึด RCCB เข้ากับอีกด้านหนึ่งของแผงไม้ C และปล่อยแท่นไม้ B ให้ตกลงมาอีก 50 ครั้ง เหมือนกับการทดสอบครั้งแรก

ภายหลังการทดสอบ หมุนแผงไม้ C ไป 90 องศารอบแกนแนวดิ่ง ถ้าจำเป็นให้ปรับตำแหน่งจนกระทั่งแกนแนวดิ่งที่สมมาตรกันของ RCCB อยู่ห่างจากบานพับเท่ากับ 200 มิลลิเมตร ปล่อยแท่นไม้ B ให้ตกลงมาอีก 50 ครั้งเหมือนการทดสอบครั้งแรกสำหรับ RCCB ที่ยึดกับด้านหนึ่งของแผงไม้ C และอีก 50 ครั้ง สำหรับ RCCB ที่ยึดกับอีกด้านหนึ่งของแผงไม้ C

ก่อนการเปลี่ยนตำแหน่งแต่ละครั้ง RCCB ต้องสามารถปิดวงจรและเปิดวงจรได้ด้วยมือ

ในระหว่างการทดสอบ RCCB ต้องไม่เปิดวงจรเอง

9.12.2 แรงกระแทกทางกล

การทดสอบให้ทำโดยตรวจสอบกับชิ้นส่วนที่เผยตัวของ RCCB ที่ติดตั้งเหมือนการใช้งานตามปกติ (ดูหมายเหตุของข้อ 8.2) ซึ่งอาจจะได้รับแรงกระแทกทางกลในการใช้งานตามปกติ โดยการทดสอบตามข้อ 9.12.2.1 สำหรับ RCCB ทุกแบบ และให้ทดสอบเพิ่มเติมดังนี้

- ข้อ 9.12.2.2 สำหรับ RCCB ที่มีจุดประสงค์ติดตั้งกับราง
- ข้อ 9.12.2.3 สำหรับ RCCB แบบเสียบ

หมายเหตุ เฉพาะ RCCB ที่มีจุดประสงค์ให้มีเปลือกหุ้มทั้งหมด ไม่ต้องทดสอบตามข้อนี้

9.12.2.1 ให้ทดสอบตัวอย่างด้วยการกระแทกด้วยเครื่องทดสอบการกระแทก ดังแสดงในรูปที่ 12 ถึงรูปที่ 14

หัวกระแทกรูปครึ่งทรงกลมมีรัศมี 10 มิลลิเมตร ทำด้วยสารพอลิแอไมด์ซึ่งมีความแข็งรอกเวลล์ HR100 หัวกระแทกมีมวล (150 ± 1) กรัม ยึดหัวกระแทกอย่างมั่นคงกับปลายด้านล่างของท่อเหล็กกล้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 9 มิลลิเมตร และหนา 0.5 มิลลิเมตร ปลายบนสวมอยู่กับเดือย เพื่อให้แกว่งได้ในระนาบดิ่งเท่านั้น

แกนของเดือยอยู่เหนือแกนของหัวกระแทก (1 000 ± 1) มิลลิเมตร

ในการพิจารณาความแข็งรอกเวลล์ของพอลิแอไมด์ที่ใช้ทำหัวกระแทก ให้ใช้ภาวะที่กำหนดดังนี้

- เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลม : (12.7 ± 0.0025) มิลลิเมตร
- โหลดเริ่มต้น (100 ± 2) นิวตัน
- โหลดเกิน (500 ± 2.5) นิวตัน

หมายเหตุ ข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาความแข็งรอกเวลล์ของพลาสติก ให้ไว้ใน ASTM D 785-65(1970)

ในการออกแบบเครื่องทดสอบ ต้องออกแบบให้ใช้แรงระหว่าง 1.9 นิวตัน กับ 2.0 นิวตัน เพื่อดันหน้าหัวกระแทกขึ้นให้แกนท่อเหล็กอยู่ในแนวระดับ

RCCB แบบติดตั้งบนพื้นผิว ให้ติดตั้งกับแผ่นไม้อัดขนาด 175 มิลลิเมตร × 175 มิลลิเมตร และหนา 8 มิลลิเมตร ยึดแผ่นไม้อัดที่ขอบบนและขอบล่างเข้ากับแขนรับน้ำหนัก ซึ่งเป็นส่วนรองรับการติดตั้ง ดังแสดงในรูปที่ 14

ส่วนรองรับการติดตั้งต้องมีมวล (10 ± 1) กิโลกรัม และต้องติดตั้งอยู่กับโครงรองรับแข็งโดยใช้เดือย ให้ยึดโครงรองรับเข้ากับผนังแข็งอย่างมั่นคง

RCCB แบบติดตั้งแบบฝัง ให้ติดตั้งในอุปกรณ์ทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 15 ซึ่งยึดเข้ากับส่วนรองรับการติดตั้งอย่างมั่นคง

RCCB แบบติดตั้งกับแผงไฟฟ้า ให้ติดตั้งในอุปกรณ์ทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 16 ซึ่งยึดเข้ากับฐานรองรับอย่างมั่นคง

RCCB แบบเสียบให้ติดตั้งในเต้ารับที่เหมาะสม ซึ่งยึดเข้ากับแผ่นไม้อัดหรืออุปกรณ์ทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 15 หรือรูปที่ 16 ตามความเหมาะสม

RCCB สำหรับติดตั้งกับราง ให้ติดตั้งกับรางที่เหมาะสมซึ่งยึดเข้ากับฐานรองรับอย่างมั่นคง ดังแสดงในรูปที่ 17

การออกแบบของเครื่องทดสอบ ต้องทำให้

- เลื่อนตัวอย่างในแนวระดับและหมุนรอบแกนที่ตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นไม้อัด
- หมุนแผ่นไม้อัดรอบแกนแนวดิ่งได้

ติดตั้ง RCCB พร้อมฝาครอบ (ถ้ามี) เหมือนการใช้งานตามปกติ เข้ากับแผ่นไม้อัดหรือในอุปกรณ์ทดสอบที่เหมาะสม จนกระทั่งจุดกระแทกอยู่ในระนาบดิ่งผ่านแกนของเดือยของหัวกระแทก

ทางเข้าสายไฟฟ้าที่ไม่มีช่องกระทุ้งออกให้เปิดช่องทางสายเข้าไว้ ถ้าเป็นแบบกระทุ้งออกให้เปิดไว้ 2 รู

ก่อนการกระแทก ให้ขันหมุดเกลียวยึดฐาน ฝาครอบ และสิ่งอื่นที่คล้ายกัน ด้วยทอร์ก 2 ใน 3 ของค่าที่กำหนดในตารางที่ 9

ให้ปล่อยหัวกระแทกตกจากความสูง 10 เซนติเมตร จากผิวหน้าซึ่งเผยตัวเมื่อติดตั้ง RCCB เหมือนการใช้งานตามปกติ

ความสูงที่ปล่อยตกดังกล่าวเป็นระยะทางในแนวดิ่งระหว่างตำแหน่งของจุดตรวจสอบขณะที่ปล่อยหัวกระแทกกับตำแหน่งของจุดที่หัวกระแทกกระทบกับตัวอย่าง

จุดตรวจสอบคือจุดที่ทำเครื่องหมายบนผิวด้านข้างของหัวกระแทก โดยลากเส้นผ่านจุดตัดของแกนของท่อเหล็กของหัวกระแทกกับแกนของหัวกระแทกให้ตั้งฉากกับระนาบของแกนทั้งสองไปบรรจบผิวด้านข้างของหัวกระแทก

หมายเหตุ ในทางทฤษฎี จุดศูนย์ถ่วงของหัวกระแทกจะเป็นจุดตรวจสอบแต่จุดศูนย์ถ่วงพิจารณาได้ยาก จึงเลือกจุดตรวจสอบตามที่กำหนดข้างต้น

แต่ละ RCCB ให้ทดสอบตัวอย่างละ 10 ครั้ง โดยทดสอบกับอุปกรณ์บังคับกลไก 2 ครั้ง และทดสอบกับบริเวณทั่ว ๆ ไปของตัวอย่างที่อาจได้รับการกระแทกโดยกระจายให้สม่ำเสมออีก 8 ครั้ง ไม่ต้องทดสอบบริเวณรูกระทุ้งออกหรือช่องเปิดใด ๆ ที่ครอบไว้ด้วยวัสดุโปร่งใส

โดยทั่วไป ให้ทดสอบที่แต่ละด้านข้างของตัวอย่างภายหลังหมุนไปมากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้แต่ไม่เกิน 60 องศารอบแกนแนวดิ่ง ด้านละ 1 ครั้ง และทดสอบที่ประมาณจุดกึ่งกลางระหว่างจุดกระแทกด้านข้างกับจุดกระแทกอุปกรณ์บังคับกลไก ตำแหน่งละ 2 ครั้ง

จากนั้นให้ทดสอบ 2 ครั้งที่เหลือในลักษณะเดียวกัน ภายหลังหมุนตัวอย่างไป 90 องศารอบแกนที่ตั้งฉากกับแผ่นไม้อัด

ถ้ามีทางเข้าสายไฟฟ้าหรือรูกระทุ้งออก ให้ติดตั้งตัวอย่างในตำแหน่งที่ทำให้แนวกระแทกทั้งสองมีระยะห่างจากช่องเปิดเท่ากันมากที่สุด

การทดสอบกับอุปกรณ์บังคับกลไก 2 ครั้ง ครั้งแรกให้ทดสอบขณะที่อุปกรณ์บังคับกลไกอยู่ในตำแหน่ง ON และให้ทดสอบอีกครั้งในขณะที่อุปกรณ์บังคับกลไกอยู่ในตำแหน่ง OFF

ภายหลังการทดสอบ ตัวอย่างต้องไม่เสียหายตามข้อกำหนดของมาตรฐานนี้ โดยเฉพาะฝาครอบซึ่งถ้าแตกแล้วทำให้เข้าถึงส่วนที่มีไฟฟ้าได้ หรือเสียหายจนมีผลต่อการใช้งานต่อไปของ RCCB อุปกรณ์บังคับกลไก วัสดุรองใน (lining) หรือแผ่นกั้นที่ทำด้วยวัสดุฉนวน และอุปกรณ์อื่นที่คล้ายกันต้องไม่เสียหาย

ในกรณีที่มีข้อสงสัย ให้ทวนสอบโดยการถอดและประกอบส่วนภายนอกใหม่ เช่น เปลือกหุ้มและฝาครอบ ชิ้นส่วนเหล่านี้หรือวัสดุรองในต้องไม่เสียหาย

หมายเหตุ ความเสียหายที่เกิดขึ้น รอยบุบเล็ก ๆ ซึ่งไม่ทำให้ระยะห่างในอากาศหรือระยะห่างตามผิวฉนวนลดลงจากค่าที่กำหนดในข้อ 8.1.3 และรอยเล็ก ๆ ซึ่งไม่มีผลต่อการป้องกันไฟฟ้าช็อก ไม่ถือว่าเป็นความเสียหาย

RCCB ที่ออกแบบให้ยึดติดโดยใช้หมุดเกลียวยึดและติดตั้งกับรางให้ทดสอบ RCCB 2 ชุด ชุดแรกให้ทดสอบโดยยึดด้วยหมุดเกลียว และอีกชุดให้ทดสอบโดยติดตั้งกับราง

9.12.2.2 RCCB ที่ออกแบบให้ติดตั้งกับราง ให้ติดตั้งเหมือนการใช้งานตามปกติกับรางที่ยึดไว้กับผนังแข็งแนวดิ่งอย่างมั่นคง แต่ไม่ต้องต่อสายไฟฟ้า และไม่มีฝาครอบหรือแผ่นฝาครอบใด ๆ

ใช้เชือกดึงที่ผิวหน้าของ RCCB โดยไม่มีการกระตุก ด้วยแรงดึงลง 50 นิวตัน เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นให้ใช้แรงดึงขึ้น 50 นิวตันโดยทันทีเป็นเวลา 1 นาที ดังแสดงในรูปที่ 17

ในระหว่างการทดสอบ RCCB ต้องไม่หลุดหลวม และภายหลังการทดสอบ RCCB ต้องไม่เสียหายจนไม่สามารถใช้งานได้

9.13 การทดสอบความทนความร้อน

9.13.1 ให้อบตัวอย่างที่ไม่มีฝาครอบที่ถอดออกได้ (ถ้ามี) ในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ (100 ± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และอบตัวอย่างที่มีฝาครอบที่ถอดออกได้มาด้วยในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิที่ได้ (70 ± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

ในระหว่างการทดสอบ ตัวอย่างต้องไม่มีความเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่มีผลเสียหายต่อการใช้งานต่อไป และสารปิดผนึก (ถ้ามี) ต้องไม่ไหลเยิ้มออกมาจนทำให้ส่วนที่มีไฟฟ้าอยู่ในสภาพเผยตัว

ภายหลังการทดสอบและภายหลังที่ปล่อยให้ตัวอย่างเย็นลงจนใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องต้องไม่สามารถเข้าถึงส่วนที่มีไฟฟ้าซึ่งตามปกติไม่สามารถเข้าถึงได้เมื่อติดตั้งตัวอย่างเหมือนการใช้งานตามปกติ ถึงแม้ว่าจะทดสอบด้วยนิ้วทดสอบมาตรฐานโดยใช้แรงไม่เกิน 5 นิวตัน

ภายใต้ภาวะทดสอบตามข้อ 9.9.2.3 ก) RCCB ต้องทริปที่กระแสไฟฟ้าทดสอบเท่ากับ 1.25 $I_{\Delta n}$ โดยให้ทดสอบเพียงครั้งเดียวที่ขั้วใดขั้วหนึ่งโดยการสุ่ม โดยไม่ต้องวัดเวลาตัดวงจร

ภายหลังการทดสอบ ต้องยังคงเห็นเครื่องหมายได้อย่างชัดเจน

สารปิดผนึกที่มีสีผิดไปจากเดิม พอง หรือเกิดการเคลื่อนตัวเพียงเล็กน้อย ไม่ต้องนำมาพิจารณา หากความปลอดภัยไม่ลดลงตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานนี้

9.13.2 ชิ้นส่วนภายนอกของ RCCB ที่ทำด้วยวัสดุฉนวนที่จำเป็นใช้ยึดส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าหรือชิ้นส่วนของวงจรป้องกันให้อยู่ในตำแหน่ง ให้ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแบบกดด้วยลูกเหล็กหัวกลม (spherical) ที่มีรัศมี 2.5 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 18 ยกเว้นในกรณีที่ใช้ได้ ชิ้นส่วนที่เป็นวัสดุฉนวนที่จำเป็นใช้ยึดขั้วต่อสายของตัวนำป้องกันให้อยู่ในตำแหน่งภายในกล่อง ต้องทดสอบตามข้อ 9.13.3

ให้วางชิ้นส่วนที่ทดสอบบนแท่นรองรับที่ทำด้วยเหล็กมีผิวหน้าอยู่ในแนวระดับ และใช้ลูกเหล็กหัวกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร กดที่ผิวหน้าของชิ้นส่วนที่ทดสอบด้วยแรง 20 นิวตัน การทดสอบให้อบในตู้ความร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ (125 ± 2) องศาเซลเซียส

ภายหลัง 1 ชั่วโมง นำลูกเหล็กกลมออกและทำชิ้นส่วนที่ทดสอบให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องภายใน 10 วินาทีโดยการจุ่มในน้ำเย็น

วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยกดที่เกิดจากลูกเหล็กหัวกลม เส้นผ่านศูนย์กลางที่วัดได้ต้องไม่เกิน 2 มิลลิเมตร

9.13.3 ชิ้นส่วนภายนอกของ RCCB ที่ทำด้วยวัสดุฉนวนที่ไม่จำเป็นใช้ยึดส่วนที่มีไฟฟ้าหรือชิ้นส่วนของวงจรป้องกันให้อยู่ในตำแหน่งถึงแม้ว่าจะสัมผัสกัน ให้ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแบบกดด้วยลูกเหล็กหัวกลม ตามที่กำหนดในข้อ 9.13.2 แต่ให้ทดสอบที่อุณหภูมิ (70 ± 2) องศาเซลเซียส หรือที่อุณหภูมิ (40 ± 2) องศาเซลเซียส บวกด้วยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสูงสุดที่หาได้จากชิ้นส่วนที่เกี่ยวเนื่องในระหว่างการทดสอบตามข้อ 9.8 แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่า

หมายเหตุ จุดประสงค์ของการทดสอบตามข้อ 9.13.2 และข้อ 9.13.3 ให้ถือว่าฐานติดตั้งของ RCCB แบบติดตั้งบนพื้นผิว เป็นชิ้นส่วนภายนอก

ชิ้นส่วนที่ทำด้วยเซรามิก ไม่ต้องทดสอบตามข้อ 9.13.2 และข้อ 9.13.3

ถ้ามีชิ้นส่วนวัสดุฉนวนที่กล่าวถึงในข้อ 9.13.2 และข้อ 9.13.3 ที่ทำด้วยวัสดุเดียวกันตั้งแต่ 2 ชิ้นหรือมากกว่า ให้ทดสอบตามข้อ 9.13.2 หรือข้อ 9.13.3 เพียงชิ้นเดียวตามลำดับ

9.14 การทดสอบความทนความร้อนผิดปกติและไฟ

การทดสอบด้วยลวดรุ่งแสง (glow-wire test) ให้เป็นไปตามภาคผนวก ณ. ภายใต้ภาวะที่กำหนดดังต่อไปนี้

- ชิ้นส่วนภายนอกของ RCCB ที่ทำด้วยวัสดุฉนวนที่จำเป็นใช้ยึดส่วนที่มีไฟฟ้าหรือชิ้นส่วนของวงจรป้องกันให้อยู่ในตำแหน่ง ให้ทดสอบที่อุณหภูมิ (960 ± 15) องศาเซลเซียส
- ชิ้นส่วนภายนอกอื่น ๆ ทั้งหมดที่ทำด้วยวัสดุฉนวน ให้ทดสอบที่อุณหภูมิ (650 ± 10) องศาเซลเซียส

หมายเหตุ จุดประสงค์สำหรับการทดสอบตามข้อนี้ ให้ถือว่าฐานติดตั้งของ RCCB แบบติดตั้งบนพื้นผิว เป็นชิ้นส่วนภายนอก

ถ้ามีชิ้นส่วนวัสดุฉนวนตามกลุ่มข้างต้นทำด้วยวัสดุเดียวกัน ให้ทดสอบเพียงชิ้นเดียวตามอุณหภูมิของการทดสอบลวดรุ่งแสงที่เหมาะสม

ไม่ต้องทดสอบชิ้นส่วนที่ทำด้วยเซรามิก

การทดสอบด้วยลวดรุ่งแสง เพื่อให้มั่นใจว่าลวดทดสอบที่ทำให้เกิดความร้อนทางไฟฟ้าภายใต้ภาวะการทดสอบที่กำหนด ไม่เป็นสาเหตุให้เกิดการจุดติดไฟของวัสดุฉนวน หรือเพื่อให้มั่นใจได้ว่าวัสดุฉนวนซึ่งอาจจุดติดไฟได้ด้วยลวดทดสอบที่ทำให้เกิดความร้อนภายใต้ภาวะการทดสอบที่กำหนดนั้น มีขีดจำกัดของเวลาการไหม้โดยไม่มีการแพร่กระจายของไฟด้วยเปลวไฟ หรือชิ้นที่ไหม้ หรือมีสิ่งหยดออกมา

การทดสอบตามข้อนี้ ให้ทดสอบเพียงตัวอย่างเดียว

ในกรณีที่มีข้อสงสัย ให้ทดสอบซ้ำกับตัวอย่างใหม่อีก 2 ตัวอย่าง

การทดสอบตามข้อนี้ ให้ทดสอบด้วยลวดรุ่งแสงเพียงครั้งเดียว

ในระหว่างการทดสอบ ตัวอย่างต้องอยู่ในตำแหน่งที่ให้ผลเลวที่สุดตามเจตนาของการใช้งาน (ผิวหน้าที่ทดสอบอยู่ในแนวดิ่ง)

ให้ปลายของลวดรุ่งแสงกระทำกับผิวหน้าที่กำหนดของชิ้นทดสอบ โดยพิจารณาถึงภาวะตามเจตนาของการใช้งาน ที่ส่วนที่มีความร้อนหรือส่วนที่ติดไฟอาจมาสัมผัสกับตัวอย่าง

ให้ถือว่าตัวอย่างเป็นไปตามข้อกำหนดของการทดสอบด้วยลวดรุ่งแสง ถ้า

- ไม่มีทั้งเปลวไฟที่มองเห็นได้ และไม่มีการรุ่งแสงอย่างต่อเนื่อง
- หรือเปลวไฟและการรุ่งแสงบนตัวอย่าง ดับได้เองภายใน 30 วินาที หลังจากนำลวดรุ่งแสงออก

ต้องไม่มีการจุดติดไฟของกระดาษทิสชูหรือการไหม้เกรียมของแผ่นไม้สน

9.15 การทวนสอบกลไกทริปอิสระ

9.15.1 ภาวะทดสอบทั่วไป

ติดตั้งและต่อสายไฟฟ้าของ RCCB เหมือนการใช้งานตามปกติ

ให้ทดสอบกับวงจรที่ไม่มีความเหนี่ยวนำ ดังแผนภาพที่แสดงในรูปที่ 4ก

9.15.2 วิธีทดสอบ

ป้อนกระแสเหลือเท่ากับ 1.5 $I_{\Delta n}$ ไหลผ่านโดยการปิดวงจรด้วยสวิตช์ทดสอบ S_2 ขณะที่ RCCB อยู่ในตำแหน่งปิดวงจรและยึดอุปกรณ์บังคับกลไกให้อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร RCCB ต้องทริป

จากนั้นให้ทดสอบซ้ำ โดยให้อุปกรณ์บังคับกลไกเคลื่อนที่อย่างช้า ๆเกินช่วงเวลาประมาณ 1 วินาทีไปยังตำแหน่งที่กระแสไฟฟ้าเริ่มต้นไหลผ่าน ต้องเกิดการทริปโดยไม่มีการเคลื่อนที่ต่อไปของอุปกรณ์บังคับกลไก

แต่ละการทดสอบ ให้ทดสอบ 3 ครั้ง อย่างน้อยต้องทดสอบ 1 ครั้งกับแต่ละขั้วที่ต่อเข้ากับเฟส

หมายเหตุ 1. ถ้า RCCB มีอุปกรณ์บังคับกลไกมากกว่าหนึ่งตัว ให้ทวนสอบการทำงานของกลไกทริปอิสระของอุปกรณ์บังคับกลไกทุกตัว

หมายเหตุ 2. RCCB ที่มีการตั้งค่ากระแสเหลือใช้ทำงานได้หลายค่า ให้ทดสอบแต่ละค่าจนครบทุกค่า

9.16 การทวนสอบการทำงานของอุปกรณ์ทดสอบที่ขีดจำกัดของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

ก) ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้ากับ RCCB เท่ากับ 0.85 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ให้อุปกรณ์ทดสอบทำงานในขณะนั้นจำนวน 25 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 5 วินาที ก่อนการทำงานแต่ละครั้งให้ปิดวงจรของ RCCB ใหม่

ข) ให้ทดสอบซ้ำตามข้อ ก) ด้วยแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

ค) ให้ทดสอบซ้ำตามข้อ ข) แต่ให้ทดสอบเพียงครั้งเดียว โดยให้อุปกรณ์บังคับกลไกของอุปกรณ์ทดสอบอยู่ในตำแหน่งปิดวงจร เป็นเวลา 30 วินาที

แต่ละครั้งของการทดสอบ RCCB ต้องทำงาน ภายหลังการทดสอบต้องไม่มีความเสียหายที่มีผลต่อการใช้งานต่อไป

เพื่อตรวจสอบว่าแอมแปร์-รอบ(ampere-turn)ที่เกิดขึ้นของอุปกรณ์ทดสอบน้อยกว่า 2.5 เท่าของแอมแปร์-รอบที่เกิดจากกระแสเหลือเท่ากับ $I_{\Delta n}$ ที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ให้วัดอิมพีแดนซ์ของวงจรของอุปกรณ์ทดสอบ และคำนวณหากระแสไฟฟ้าทดสอบโดยพิจารณาจากวงจรของอุปกรณ์ทดสอบ

ถ้าการทวนสอบข้างต้นจำเป็นต้องถอดชิ้นส่วนของ RCCB ให้ใช้ตัวอย่างที่แยกต่างหาก

หมายเหตุ ให้ถือว่าการทดสอบตามข้อ 9.10 ครอบคลุมเรื่องการทวนสอบความทนทานการใช้งานของอุปกรณ์ทดสอบ

9.17 การทวนสอบการทำงานของ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ตามประเภทที่แบ่งในข้อ 4.1.2.1 ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายล้มเหลว

9.17.1 การหาค่าของขีดจำกัดของแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย (U_X)

ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าที่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดเข้ากับขั้วต่อสายด้านเข้าของ RCCB หลังจากนั้นให้ปรับแรงดันไฟฟ้าให้ลดลงจนเท่ากับศูนย์ ภายในช่วงเวลาประมาณ 30 วินาที หรือภายในช่วงเวลาที่นานพอเมื่อเทียบกับการเปิดวงจรที่มีการหน่วงเวลา (ถ้ามี) (ดูข้อ 8.12) แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่า จนกระทั่งเกิดการเปิดวงจรอย่างอัตโนมัติ

ให้วัดแรงดันไฟฟ้าที่เกิดการเปิดวงจรอย่างอัตโนมัติ จำนวน 5 ครั้ง

ทุกค่าที่วัดได้ต้องน้อยกว่า 0.85 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด (หรือ 0.85 เท่าของค่าต่ำสุดของพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด)

หลังจากสิ้นสุดการวัดครั้งสุดท้าย ให้ทวนสอบการทำงานของ RCCB ว่าเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 1 ในกรณีที่มีแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายตก โดยให้กระแสเหลือเท่ากับ $I_{\Delta n}$ และป้อนแรงดันไฟฟ้าซึ่งมีค่าพอดีสูงกว่าค่าสูงสุดที่วัดได้ที่ทำให้ RCCB เปิดวงจร

หลังจากนั้น ต้องตรวจสอบว่าที่ค่าใด ๆ ของแรงดันไฟฟ้าที่น้อยกว่าค่าต่ำสุดที่วัดได้ในการทดสอบข้างต้น ต้องไม่สามารถปิดวงจร RCCB โดยอุปกรณ์บังคับกลไกด้วยมือ

9.17.2 การทวนสอบการเปิดวงจรอย่างอัตโนมัติในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายล้มเหลว

ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดเข้ากับด้านเข้าของ RCCB (หรือแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าภายในพิสัยของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด) และปิดวงจร

หลังจากนั้นให้เปิดวงจรของแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายด้านเข้า

ให้วัดช่วงเวลาระหว่างการเปิดวงจรของแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายด้านเข้ากับการเปิดวงจรของหน้าสัมผัสหลัก

ให้วัด 5 ครั้ง ดังนี้

ก) RCCB ที่เปิดวงจรโดยไม่มีการหน่วงเวลา ค่าที่วัดได้ต้องไม่เกิน 0.5 วินาที

ข) RCCB ที่เปิดวงจรโดยมีการหน่วงเวลา ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดที่วัดได้ต้องอยู่ภายในพิสัยที่ผู้ทำระบุ

หมายเหตุ ไม่ต้องทวนสอบค่า U_y (ดูข้อ 3.4.10.2)

9.17.3 การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานในขณะที่มีกระแสเหลือ สำหรับ RCCB ที่เปิดวงจรโดยมีการหน่วงเวลา ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายล้มเหลว

ต่อ RCCB เข้ากับวงจรทดสอบตามรูปที่ 4ก และป้อนแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดเข้ากับด้านเข้า (หรือแรงดันไฟฟ้าใด ๆ ที่มีค่าภายในพิสัยของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด)

หลังจากนั้นให้เปิดวงจรทุกเฟสยกเว้นหนึ่งเฟสด้วยสวิตช์ S_3

ในระหว่างการหน่วงเวลา (ดูตารางที่ 6) ที่ผู้ทำระบุ ให้ทดสอบ RCCB ตามข้อ 9.9.2 ก่อนการวัดแต่ละครั้ง ต้องมีการปิดวงจรและเปิดวงจรด้วยสวิตช์ S_3 ในเวลาต่อมา

หมายเหตุ การทดสอบตามข้อ 9.9.2.1 ให้ทดสอบกับการหน่วงเวลาที่มากกว่า 30 วินาทีเท่านั้น

9.17.4 การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานของ RCCB ที่มีทางเดินกระแสไฟฟ้า 3 ทางหรือ 4 ทาง ในขณะที่มีกระแสเหลือ ให้ป้อนกำลังไฟฟ้าเฉพาะขั้วต่อสายกลาง และขั้วต่อสายด้านเข้าขั้วใดขั้วหนึ่งเท่านั้น

ในกรณีของ RCCB ที่มีทางเดินกระแสไฟฟ้า 3 ทางหรือ 4 ทาง (ดูข้อ 4.3) ให้ทดสอบตามข้อ 9.9.2.3 แต่ให้ป้อนกำลังไฟฟ้าเฉพาะขั้วต่อสายกลางและขั้วต่อสายด้านเข้าขั้วใดขั้วหนึ่งเท่านั้น

การต่อวงจรทดสอบให้เป็นไปตามรูปที่ 4ก รูปที่ 4ข และรูปที่ 4ค

ให้ทำการทดสอบซ้ำ โดยหมุนเวียนกันไปทุกขั้วต่อสาย

9.18 การทวนสอบขีดจำกัดค่ากระแสไม่ทำงานในภาวะของกระแสเกิน

หมายเหตุ RCCB ที่มีการตั้งได้หลายค่า ให้ทดสอบที่การตั้งค่าต่ำสุด

9.18.1 การทวนสอบขีดจำกัดค่ากระแสไฟฟ้าเกินในกรณีกระแสโหลดไหลผ่าน RCCB ที่มีทางเดินกระแสไฟฟ้า 2 ทาง

ให้ต่อ RCCB เช่นเดียวกับการใช้งานตามปกติ ด้วยโหลดที่ไม่มีความเหนี่ยวนำที่มีค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 6 I_n

ปิดวงจร โหลดด้วยสวิตช์ทดสอบสองขั้วและเปิดวงจรหลังจาก 1 วินาที

ให้ทดสอบซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ช่วงเวลาระหว่างการทำงานปิด สองครั้งที่ต่อเนื่องกัน ต้องไม่น้อยกว่า 1 นาที

RCCB ต้องไม่เปิดวงจร

RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดเข้ากับด้านเข้า (หรือแรงดันไฟฟ้าใด ๆ ที่มีค่าอยู่ภายในพิสัยของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด)

9.18.2 การทวนสอบขีดจำกัดค่าของกระแสเกินในกรณีที่โหลดเฟสเดียวไหลผ่าน RCCB แบบ 3 ขั้วหรือแบบ 4 ขั้ว

ให้ต่อ RCCB เข้ากับวงจรทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 19 สวิตช์ S_1 อยู่ในตำแหน่งเปิดวงจร ปรับค่าความต้านทาน R จนได้กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 6 I_n เท่าของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร

หมายเหตุ จุดประสงค์ของการปรับกระแสไฟฟ้าตามข้อนี้ ให้แทนที่ RCCB D โดยการต่อด้วยอิมพีแดนซ์ที่มีค่าน้อยมาก

สวิตช์ S_1 เริ่มต้นที่ตำแหน่งเปิดวงจร ให้ปิดวงรและเปิดวงจรใหม่ภายหลัง 1 วินาที

ให้ทดสอบซ้ำจำนวน 3 ครั้ง สำหรับแต่ละคู่ของทางเดินกระแสไฟฟ้าที่เป็นไปได้ ช่วงเวลาระหว่างการทำงานปิด 2 ครั้งที่ต่อเนื่องกัน ต้องไม่น้อยกว่า 1 นาที

RCCB ต้องไม่เปิดวงจร

RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดเข้ากับด้านเข้า (หรือแรงดันไฟฟ้าใด ๆ ที่มีค่าอยู่ภายในพิสัยของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด)

9.19 การทวนสอบการทำงานของ RCCB ในกรณีของกระแสเสิร์จที่เกิดจากแรงดันอิมพัลส์

9.19.1 กระแสเสิร์จทดสอบสำหรับ RCCB ทุกประเภท [คลื่นกระแสไฟฟ้าแกว่งหน่วง(current ring wave) 0.5 ไมโครวินาที/100 กิโลเฮิรตซ์]

ให้ทดสอบ RCCB ด้วยเครื่องกำเนิดเสิร์จที่สามารถทำให้เกิดคลื่นกระแสไฟฟ้าแกว่งหน่วง (damped oscillator current) ดังแสดงในรูปที่ 19 ก) ตัวอย่างแผนภาพวงจรสำหรับการต่อ RCCB ดังแสดงในรูปที่ 19 ข)

เลือกสุ่มขั้วหนึ่งของ RCCB ให้ทดสอบด้วยกระแสเสิร์จจำนวน 10 ครั้ง ให้กลับขั้วของคลื่นเสิร์จภายหลังทุกการทดสอบ 2 ครั้ง ช่วงเวลาระหว่างการทดสอบ 2 ครั้งที่ต่อเนื่องกันต้องมีค่าประมาณ 30 วินาที

ให้วัดอิมพัลส์ของกระแสด้วยวิธีที่เหมาะสม และปรับตั้งโดยใช้ RCCB เพิ่มเติมที่เป็นแบบเดียวกัน มี I_n และ $I_{\Delta n}$ เท่ากัน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

– ค่ายอด	200 แอมแปร์ $^{+10}_{0}$ % หรือ
	25 แอมแปร์ $^{+10}_{0}$ % สำหรับ RCCB ที่มี $I_{\Delta n} \leq 10$ มิลลิแอมแปร์
– เวลาหน้าคลื่นเสมือน	0.5 ไมโครวินาที ± 30 %
– ช่วงเวลาของคลื่นแกว่งตามมา	10 ไมโครวินาที ± 20 %
– แต่ละค่ายอดที่ต่อเนื่อง	ประมาณ 60 % ของค่ายอดที่อยู่ก่อนหน้า

ในระหว่างการทดสอบ RCCB ต้องไม่ทริป ภายหลังการทดสอบด้วยคลื่นกระแสไฟฟ้าแกว่งหน่วง ให้ทวนสอบความถูกต้องของการทำงานของ RCCB ตามข้อ 9.9.2.3 โดยให้วัดเวลาทริปที่ $I_{\Delta n}$ เท่านั้น

9.19.2 การทวนสอบการทำงานที่กระแสเสิร์จไม่เกิน 3 000 แอมแปร์ (กระแสเสิร์จทดสอบ 8/20 ไมโครวินาที)

9.19.2.1 ภาวะทดสอบ

ให้ทดสอบ RCCB ด้วยเครื่องกำเนิดกระแสเสิร์จที่สามารถทำให้เกิดกระแสเสิร์จหน่วง 8/20 ไมโครวินาที ดังแสดงในรูปที่ 23 ตัวอย่างแผนภาพวงจรทดสอบสำหรับการต่อ RCCB ดังแสดงในรูปที่ 24

เลือกสุ่มขั้วหนึ่งของ RCCB ให้ทดสอบด้วยกระแสเสิร์จจำนวน 10 ครั้ง ให้กลับขั้วของคลื่นกระแสเสิร์จทุกการทดสอบ 2 ครั้ง ช่วงเวลาระหว่างการทดสอบ 2 ครั้งที่ต่อเนื่องกันต้องมีค่าประมาณ 30 วินาที

วัดอิมพัลส์ของกระแสด้วยวิธีที่เหมาะสม และปรับตั้งโดยใช้ RCCB เพิ่มเติมที่เป็นแบบเดียวกัน มี I_n และ $I_{\Delta n}$ เท่ากัน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนด ดังนี้

- ค่ายอด 3 000 แอมแปร์ $^{+10}_{0}$ %
- เวลาหน้าคลื่นเสมือน 8 ไมโครวินาที ± 20 %
- เวลาที่มีค่าครึ่งคลื่นเสมือน 20 ไมโครวินาที ± 20 %
- ค่ายอดของกระแสย้อนกลับ น้อยกว่า 30 % ของค่ายอด

ให้ปรับตั้งกระแสไฟฟ้าให้มีรูปร่างกระแสเชิงเส้นกำกับ(asymptotic) สำหรับการทดสอบกับตัวอย่างอื่นที่เป็นแบบเดียวกัน มี I_n และ $I_{\Delta n}$ เท่ากัน กระแสย้อนกลับ (ถ้ามี) ต้องไม่เกินร้อยละ 30 ของค่ายอด

9.19.2.2 ผลการทดสอบสำหรับ RCCB แบบ S

ในระหว่างการทดสอบ RCCB ต้องไม่ทริป

ภายหลังการทดสอบด้วยกระแสเสิร์จ ให้ทวนสอบความถูกต้องของการทำงานของ RCCB ตามข้อ 9.9.2.3 โดยให้วัดเวลาตัดวงจรที่ $I_{\Delta n}$ เท่านั้น

9.19.2.3 ผลการทดสอบสำหรับ RCCB แบบทั่วไป

ในระหว่างการทดสอบ RCCB อาจจะทริป ภายหลังการทริปใด ๆ ต้องปิดวงจรใหม่

ภายหลังการทดสอบด้วยกระแสเสิร์จ ให้ทวนสอบความถูกต้องของการทำงานของ RCCB ตามข้อ 9.9.2.3 โดยให้วัดเวลาตัดวงจร ที่ $I_{\Delta n}$ เท่านั้น

9.20 การทวนสอบความทนของฉนวนต่อแรงดันอิมพัลส์

ให้ทดสอบ RCCB ที่ยึดอย่างมั่นคงกับแท่นรองรับโลหะ ต่อสายเหมือนการใช้งานตามปกติ และอยู่ในตำแหน่งปิดวงจร

อิมพัลส์บวกและลบ ที่ได้จากเครื่องกำเนิดอิมพัลส์ มีเวลาด้านหน้า 1.2 ไมโครวินาที และเวลาที่มีค่าครึ่งคลื่น 50 ไมโครวินาที มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ดังนี้

- ± ร้อยละ 5 สำหรับค่ายอด
- ± ร้อยละ 30 สำหรับเวลาหน้าคลื่น
- ± ร้อยละ 20 สำหรับเวลาที่มีค่าครึ่งคลื่น

อนุกรมที่ 1 ของการทดสอบ ให้ทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้าอิมพัลส์ 6 กิโลโวลต์ค่ายอด โดยให้ป้อนอิมพัลส์ระหว่างขั้วเฟสที่ต่อเข้าด้วยกัน กับขั้วสายกลาง (หรือทางเดิน) ของ RCCB

อนุกรมที่ 2 ของการทดสอบ ให้ทดสอบด้วยแรงดันอิมพัลส์ 8 กิโลโวลต์ค่ายอด โดยให้ป้อนอิมพัลส์ระหว่างแท่นรองรับโลหะที่ต่อเข้ากับขั้วต่อสายที่มีจุดประสงค์สำหรับตัวนำป้องกัน (ถ้ามี) กับขั้วเฟสและขั้วสายกลาง (หรือทางเดิน) ที่ต่อเข้าด้วยกัน

หมายเหตุ 1. อิมพีแดนซ์ของเสิร์จของเครื่องทดสอบ ต้องเท่ากับ 500 โอห์ม

หมายเหตุ 2. ค่า 6 กิโลโวลต์ และ 8 กิโลโวลต์ เป็นค่าที่เผื่อไว้

ในทั้ง 2 กรณี ให้ป้อนอิมพัลส์บวก 5 ครั้ง และอิมพัลส์ลบ 5 ครั้ง ช่วงเวลาระหว่างอิมพัลส์ที่ต่อเนื่องกันต้องไม่น้อยกว่า 10 วินาที

ต้องไม่เกิดการปล่อยประจุทำลายที่ไม่เจตนา (unintentional disruptive discharge)

อย่างไรก็ตาม ถ้าเกิดการปล่อยประจุทำลาย 1 ครั้ง ให้ทดสอบเพิ่มเติมอีก 10 ครั้ง ด้วยอิมพัลส์ที่มีสภาพขั้วเดียวกันกับที่ทำให้เกิดการปล่อยประจุทำลาย การต่อให้เหมือนกับการต่อที่เกิดความล้มเหลวขึ้น

ต้องไม่เกิดการปล่อยประจุทำลายอีก

หมายเหตุ 3. คำว่า "การปล่อยประจุทำลายที่ไม่เจตนา" ใช้ครอบคลุมถึงปรากฏการณ์ของการล้มเหลวของฉนวนภายใต้ความเค้นทางไฟฟ้า ซึ่งรวมทั้งการลดลงของแรงดันไฟฟ้า และการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้า

หมายเหตุ 4. การปล่อยประจุที่เจตนา ครอบคลุมถึงการปล่อยประจุที่เกิดจากการร่วมกันของกับดักเสิร์จ(surge arrester)ใด ๆ

ให้ปรับรูปร่างของอิมพัลส์ขณะที่ RCCB ที่ทดสอบต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดอิมพัลส์ สำหรับจุดประสงค์นี้ต้องใช้ตัวแบ่งแรงดันไฟฟ้าและตัวรับรู้แรงดันไฟฟ้า

ยอมให้เกิดการแกว่งในอิมพัลส์ได้เล็กน้อย ถ้าหากแอมพลิจูดของการแกว่งใกล้ค่ายอดของอิมพัลส์มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 5 ของค่ายอด

ยอมให้มีการแกว่งที่ครึ่งแรกของด้านหน้า ที่มีแอมพลิจูดของการแกว่งไม่เกินร้อยละ 10 ของค่ายอด

9.21 การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานที่กระแสเหลือที่มีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง

ให้ใช้ภาวะทดสอบตามข้อ 9.9.1 และข้อ 9.9.5 ยกเว้นวงจรทดสอบต้องเป็นไปตามรูปที่ 4ข หรือรูปที่ 4ค ตามความเหมาะสม

9.21.1 อุปกรณ์ตัดวงจรกระแสเหลือ แบบ A

9.21.1.1 การทวนสอบความถูกต้องของการทำงาน ในกรณีการเพิ่มต่อเนื่องของกระแสเหลือชนิดกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่อง

การทดสอบต้องเป็นไปตามรูปที่ 4ข

สวิตช์ช่วย S_1 และ S_2 และ RCCB D ต้องอยู่ในตำแหน่งปิดวงจร ควบคุมไทริสเตอร์ที่เกี่ยวเนื่องเพื่อให้ได้ลักษณะของมุมหน่วงกระแส α เท่ากับ 0 องศา 90 องศา และ 135 องศา แต่ละขั้วของ RCCB ต้องทดสอบ 2 ครั้งที่มุมหน่วงกระแสแต่ละมุม ขณะที่สวิตช์ช่วย S_3 อยู่ในตำแหน่ง I และตำแหน่ง II

การทดสอบทุกครั้ง ให้เพิ่มกระแสไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอด้วยอัตราส่วนประมาณ 1.4 $I_{\Delta n}/30$ แอมแปร์ต่อวินาที สำหรับ RCCB ที่มี $I_{\Delta n} > 0.01$ แอมแปร์ และด้วยอัตราส่วนประมาณ

2 $I_{\Delta n}$/30 แอมแปร์ต่อวินาที สำหรับ RCCB ที่มี $I_{\Delta n} \leq 0.01$ แอมแปร์ โดยให้เริ่มต้นจากศูนย์ กระแสไฟฟ้าทริป (และเวลาตัดวงจรที่เกี่ยวเนื่อง) ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 พิสัยของกระแสไฟฟ้าทริปสำหรับ RCCB แบบ A
(ข้อ 9.21.1.1)

มุม α	กระแสไฟฟ้าทริป A	
	ขีดจำกัดล่าง	ขีดจำกัดบน
0°	0.35 $I_{\Delta n}$	1.4 $I_{\Delta n}$ หรือ 2 $I_{\Delta n}$ (ตามข้อ 5.3.12)
90°	0.25 $I_{\Delta n}$	
135°	0.11 $I_{\Delta n}$	

9.21.1.2 การทวนสอบความถูกต้องของการทำงาน ในกรณีที่กระแสเหลือชนิดกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่องเกิดขึ้นทันที

การทดสอบให้เป็นไปตามรูปที่ 4ข

ให้สอบเทียบวงจรที่ค่าที่กำหนดดังต่อไปนี้ และสวิตช์ช่วย S_1 และ RCCB อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร ทำให้เกิดกระแสเหลือทันทีด้วยการปิดสวิตช์ช่วย S_2

หมายเหตุ ในกรณีของ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายตามการแบ่งประเภทในข้อ 4.1.2.2 ก) วงจรควบคุมได้รับแรงดันไฟฟ้าจากด้านเข้าของวงจรหลัก การทวนสอบนี้ไม่รวมเวลาที่จำเป็นสำหรับการป้อนทางไฟฟ้าให้ RCCB ในกรณีนี้ การทวนสอบให้พิจารณาโดยให้สวิตช์ช่วย S_2 และ RCCB อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร ทำให้เกิดกระแสเหลือทันทีด้วยการปิดวงจรด้วยสวิตช์ช่วย S_1

ให้ทดสอบที่แต่ละค่าของกระแสเหลือตามที่กำหนดในตารางที่ 1 ตามแบบของ RCCB

ให้วัดเวลาตัดวงจร 2 ครั้ง ที่ค่ากระแสเหลือเท่ากับ $I_{\Delta n}$ คูณด้วย 1.4 สำหรับ RCCB ที่มี $I_{\Delta n} > 0.01$ แอมแปร์ และคูณด้วย 2 สำหรับ RCCB ที่มี $I_{\Delta n} \leq 0.01$ แอมแปร์ ที่มุมหน่วงกระแส $\alpha = 0$ องศา ขณะที่สวิตช์ช่วย S_3 อยู่ในตำแหน่ง I สำหรับการวัดครั้งแรก และอยู่ในตำแหน่ง II สำหรับการวัดครั้งที่สอง

ต้องไม่มีค่าเกินค่าขีดจำกัดที่กำหนด

9.21.1.3 การทวนสอบความถูกต้องของการทำงานขณะมีโหลดที่อุณหภูมิอ้างอิง

ให้ทดสอบซ้ำตามข้อ 9.21.1.1 ขั้วที่ทดสอบและขั้วอื่นอีกหนึ่งขั้วของ RCCB ให้ป้อนโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าที่กำหนด เป็นเวลาสั้น ๆก่อนการทดสอบ

หมายเหตุ การป้อนโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ไม่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4ข

9.21.1.4 การทวนสอบความถูกต้องของการทำงาน ในกรณีที่กระแสเหลือชนิดกระแสฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่องพร้อมด้วยกระแสไฟฟ้าตรงเรียบเท่ากับ 0.006 แอมแปร์

การทดสอบให้เป็นไปตามรูปที่ 4ค ที่กระแสเหลือที่ทำเป็นกระแสตรงครึ่งคลื่น (มุมหน่วงกระแส α = 0 องศา) พร้อมด้วยกระแสไฟฟ้าตรงเรียบเท่ากับ 0.006 แอมแปร์

ให้ทดสอบแต่ละขั้วของ RCCB หมุนเวียนกันไป จำนวนขั้วละ 2 ครั้งที่แต่ละตำแหน่ง I และตำแหน่งII

กระแสไฟฟ้ารูปครึ่งคลื่น I_1 ให้เริ่มต้นจากศูนย์ แล้วเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอด้วยอัตราประมาณ 1.4 $I_{\Delta n}$/30 แอมแปร์ต่อวินาที สำหรับ RCCB ที่มี $I_{\Delta n} > 0.01$ แอมแปร์ และ 2 $I_{\Delta n}$/30 แอมแปร์ต่อวินาที สำหรับ RCCB ที่มี $I_{\Delta n} \le 0.01$ แอมแปร์ อุปกรณ์ต้องทริปก่อนกระแสไฟฟ้านี้มีค่าเกิน 1.4 $I_{\Delta n}$ + 6 มิลลิแอมแปร์ หรือ 2 $I_{\Delta n}$ + 6 มิลลิแอมแปร์ ตามลำดับ

9.22 การทวนสอบความเชื่อถือได้

การตรวจสอบให้เป็นไปตามข้อ 9.22.1 และข้อ 9.22.2

หมายเหตุ RCCB ที่มีการตั้งค่าได้หลายค่า ให้ทดสอบที่การตั้งค่าต่ำสุด

9.22.1 การทดสอบความทนสภาพอากาศ

9.22.1.1 ตู้ทดสอบ

ตู้ทดสอบต้องเป็นไปตามที่กำหนดในภาคผนวก ด. น้ำที่เกิดจากการควบแน่นต้องระบายออกจากตู้อย่างต่อเนื่อง และต้องไม่นำมาใช้อีกจนกว่าจะทำให้บริสุทธิ์ก่อน ให้ใช้เฉพาะน้ำกลั่นเท่านั้นสำหรับการรักษาความชื้นให้คงอยู่ในตู้

ก่อนนำน้ำกลั่นเข้าไปในตู้ น้ำกลั่นต้องมีค่าความต้านทานจำเพาะไม่น้อยกว่า 500 โอห์มเมตร และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.0 ± 0.2 ในระหว่างและภายหลังการทดสอบ น้ำกลั่นต้องมีค่าความต้านทานจำเพาะต้องไม่น้อยกว่า 100 โอห์มเมตร และค่า pH ยังคงอยู่ภายใน 7.0 ± 1.0

9.22.1.2 ภาวะรุนแรง

วัฏจักรทดสอบที่ให้ผลภายใต้ภาวะต่อไปนี้

- อุณหภูมิด้านสูง : (55 ± 2) องศาเซลเซียส
- จำนวนวัฏจักร : 28

9.22.1.3 วิธีทดสอบ

ก) การทวนสอบเบื้องต้น

ให้ทวนสอบเบื้องต้น โดยการทดสอบ RCCB ตามข้อ 9.9.2.3 ที่ $I_{\Delta n}$ เท่านั้น

ข) ภาวะทดสอบ

1) ติดตั้ง RCCB และต่อสายเหมือนการใช้งานตามปกติ และนำไปไว้ในตู้ทดสอบโดยให้อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร

2) คาบเวลาเสถียร (ดูรูปที่ 20)

อุณหภูมิของ RCCB ต้องทำให้เสถียรที่ (25 ± 3) องศาเซลเซียส

ก) โดยการวาง RCCB ไว้ในตู้ที่แยกต่างหากก่อนนำไปไว้ในตู้ทดสอบ หรือ

ข) โดยการปรับตั้งอุณหภูมิของตู้ทดสอบให้เท่ากับ (25 ± 3) องศาเซลเซียส ภายหลังนำ RCCB ไปไว้ในตู้ทดสอบ และรักษาอุณหภูมิไว้ที่ระดับนี้จนอุณหภูมิเสถียร

ในระหว่างการทำอุณหภูมิให้เสถียรทั้งสองวิธี ความชื้นสัมพัทธ์ต้องมีค่าอยู่ภายในขีดจำกัดที่กำหนดของภาวะบรรยากาศมาตรฐานสำหรับการทดสอบ (ดูตารางที่ 2)

ในระหว่างชั่วโมงสุดท้าย ขณะที่ RCCB อยู่ในตู้ทดสอบ ความชื้นสัมพัทธ์ต้องเพิ่มขึ้นจนมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ที่อุณหภูมิโดยรอบเท่ากับ (25 ± 3) องศาเซลเซียส

3) ข้อกำหนดของวัฏจักร 24 ชั่วโมง (ดูรูปที่ 21)

ก) อุณหภูมิของตู้ ต้องเพิ่มขึ้นจนถึงค่าอุณหภูมิด้านสูงตามที่กำหนดในข้อ 9.22.1.2 ภายในช่วงเวลา 3 ชั่วโมง ± 30 นาที ด้วยอัตราภายในขีดจำกัดที่กำหนดโดยพื้นที่แลเงา ในรูปที่ 21

ในระหว่างคาบเวลานี้ ความชื้นสัมพัทธ์ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 การควบแน่นต้องเกิดขึ้นบน RCCB

หมายเหตุ ภาวะที่ต้องเกิดการควบแน่นแสดงว่าอุณหภูมิที่ผิวหน้าของ RCCB ต่ำกว่าจุดน้ำค้างของบรรยากาศ หมายความว่าความชื้นสัมพัทธ์ต้องมีค่าสูงกว่าร้อยละ 95 ถ้าค่าคงตัวเวลาของความร้อน (thermal time-constant) มีค่าต่ำ ต้องระวังไม่ให้มีหยดน้ำที่เกิดจากการควบแน่นตกลงบนตัวอย่าง

ข) ต้องรักษาอุณหภูมิไว้ให้คงที่ภายในขีดจำกัดที่กำหนด ± 2 องศาเซลเซียส สำหรับค่าอุณหภูมิด้านสูง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ± 30 นาทีจากจุดเริ่มต้นของวัฏจักร

ในระหว่างคาบเวลานี้ ความชื้นสัมพัทธ์ต้องมีค่าเท่ากับร้อยละ 93 ± 3 ยกเว้นสำหรับ 15 นาทีแรก และ 15 นาทีสุดท้าย ซึ่งอาจจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 90 กับร้อยละ 100

ต้องไม่มีการควบแน่นเกิดขึ้นบน RCCB ในระหว่างช่วงเวลา 15 นาทีสุดท้าย

ค) ลดอุณหภูมิจนถึง (25 ± 3) องศาเซลเซียส ภายในเวลา 3 ชั่วโมงถึง 6 ชั่วโมง อัตราการลดลงสำหรับ 1 ชั่วโมง 30 นาทีแรก ต้องมีอัตราในลักษณะที่รักษาไว้ดังแสดงในรูปที่ 21 จนถึงอุณหภูมิ (25 ± 3) องศาเซลเซียส ภายในเวลา 3 ชั่วโมง ± 15 นาที

ในระหว่างคาบเวลาที่อุณหภูมิลดลง ความชื้นสัมพัทธ์ต้องมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ยกเว้นสำหรับ 15 นาทีแรกต้องมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 90

ง) ต้องรักษาอุณหภูมิไว้ที่ (25 ± 3) องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 จนกระทั่งครบวัฏจักร 24 ชั่วโมง

9.22.1.4 การฟื้นตัว

เมื่อสิ้นสุดวัฏจักรสุดท้าย ไม่ต้องนำ RCCB ออกจากตู้ทดสอบ

ให้เปิดประตูของตู้ทดสอบ และหยุดการคุมค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ปล่อยให้อุณหภูมิและความชื้นคืนสู่ภาวะโดยรอบ เป็นเวลา 4 ชั่วโมงถึง 6 ชั่วโมง ก่อนวัดครั้งสุดท้าย

ในระหว่าง 28 วัฏจักร RCCB ต้องไม่ทริป

9.22.1.5 การทวนสอบครั้งสุดท้าย

ภายใต้ภาวะการทดสอบตามข้อ 9.9.2.3 RCCB ต้องทริปที่กระแสไฟฟ้าทดสอบเท่ากับ 1.25 $I_{\Delta n}$ ให้ทดสอบเพียงครั้งเดียวกับขั้วใดขั้วหนึ่งโดยการสุ่มและไม่ต้องวัดเวลาตัดวงจร

9.22.2 การทดสอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ติดตั้ง RCCB เหมือนการใช้งานตามปกติกับผนังไม้อัดทาสีดำด้าน ที่มีความหนาประมาณ 20 มิลลิเมตร

ใช้สายไฟฟ้าแกนเดี่ยวยาว 1 เมตร และมีพื้นที่หน้าตัดระบุตามที่กำหนดในตารางที่ 4 ต่อเข้ากับแต่ละขั้วของ RCCB ทั้ง 2 ด้าน ขันหมุดเกลียวขั้วต่อสายหรือแป้นเกลียวให้แน่นด้วยทอร์กเท่ากับ 2 ใน 3 ของค่าที่กำหนดในตารางที่ 9 หลังจากนั้นให้นำไปวางไว้ในตู้ให้ความร้อน

ให้ป้อนโหลดที่มีกระแสไฟฟ้าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดที่แรงดันไฟฟ้าใด ๆ ให้ทดสอบที่อุณหภูมิ (40 ± 2) องศาเซลเซียส จำนวน 28 วัฏจักร แต่ละวัฏจักรประกอบด้วยช่วงเวลาที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 21 ชั่วโมง และช่วงเวลาที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 3 ชั่วโมง ให้ใช้สวิตซ์ช่วยตัดกระแสไฟฟ้าทดสอบโดย RCCB ต้องไม่ทำงาน

RCCB แบบ 4 ขั้ว ให้ป้อนโหลดเฉพาะ 3 ขั้ว เท่านั้น

เมื่อสิ้นสุดคาบเวลาสุดท้ายของ 21 ชั่วโมงที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ขั้วต่อสายซึ่งวัดด้วยเทอร์มอคัปเปิลชนิดลวดเส้นเล็ก ต้องไม่เกิน 65 เคลวิน

ภายหลังการทดสอบตามข้อนี้ ปล่อยให้RCCBที่อยู่ในตู้ เย็นลงจนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องโดยไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

ภายใต้ภาวะการทดสอบตามข้อ 9.9.2.3 RCCB ต้องทริปที่กระแสไฟฟ้าทดสอบเท่ากับ 1.25 $I_{\Delta n}$ ให้ทดสอบเพียงครั้งเดียวกับขั้วใดขั้วหนึ่งโดยการสุ่มและไม่ต้องวัดเวลาตัดวงจร

9.23 การทวนสอบการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานของส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์

ให้วาง RCCB ในที่ที่มีอุณหภูมิโดยรอบ (40 ± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 168 ชั่วโมง และป้อนโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าที่กำหนด แรงดันไฟฟ้าของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ต้องเท่ากับ 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

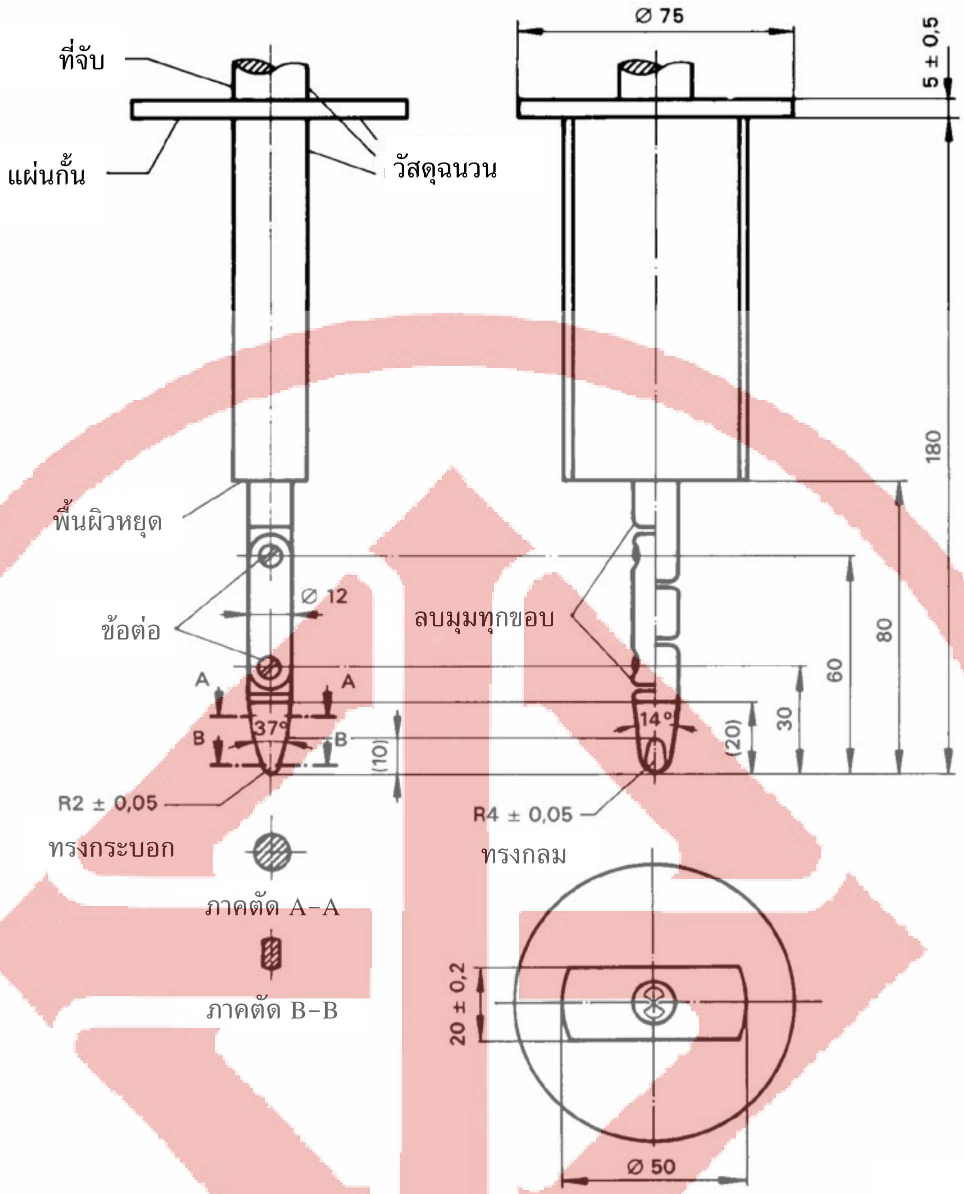
ภายหลังการทดสอบตามข้อนี้ ปล่อยให้ RCCB ที่อยู่ในตู้เย็นลงจนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องโดยไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ต้องไม่เสียหาย

ภายใต้ภาวะการทดสอบตามข้อ 9.9.2.3 RCCB ต้องทริปที่กระแสไฟฟ้าทดสอบเท่ากับ 1.25 $I_{\Delta n}$ ให้ทดสอบเพียงครั้งเดียวกับขั้วใดขั้วหนึ่งโดยการสุ่ม และไม่ต้องวัดเวลาตัดวงจร

หมายเหตุ 1. ตัวอย่างของวงจรทดสอบสำหรับการทวนสอบนี้ ดังแสดงในรูปที่ 22

รูปที่ 1 หมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวเต็ม
(ข้อ 3.6.10)

รูปที่ 2 หมุดเกลียวปล่อยแบบเกลียวตัด
(ข้อ 3.6.11)



วัสดุ : เป็นโลหะ ยกเว้นส่วนที่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

มิติเชิงเส้น หน่วยเป็นมิลลิเมตร

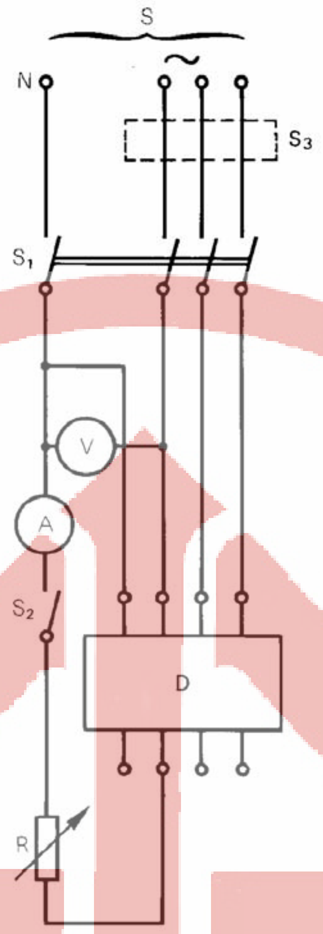
เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมิติ

- ของมุม : ${}^{0}_{-10}$ ลิปดา
- ของมิติเชิงเส้น : ≤ 25 มิลลิเมตร : ${}^{0}_{-0.05}$ มิลลิเมตร

  > 25 มิลลิเมตร : ± 0.2 มิลลิเมตร

ข้อต่อทั้งสองต้องสามารถปรับได้ในระนาบและทิศทางเดียวกันเป็นมุม 90 องศา โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน 0 ถึง +10 องศา

รูปที่ 3 นิ้วทดสอบมาตรฐาน
(ข้อ 3.7.6 ข้อ 3.7.7 และ ข้อ 9.6)

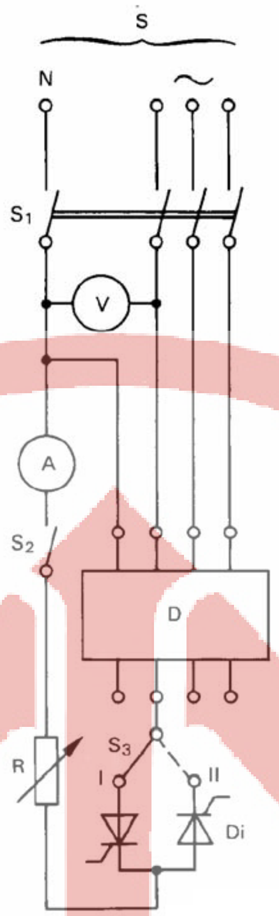


S =	แหล่งจ่าย	S_1 =	สวิตช์ตัดต่อทุกขั้ว
V =	โวลต์มิเตอร์	S_2 =	สวิตช์ตัดต่อขั้วเดี่ยว
A =	แอมมิเตอร์	S_3 =	สวิตช์ทำงานทุกเฟสยกเว้น 1 เฟส
R =	ตัวต้านทานปรับค่าได้	D =	RCCB ที่ทดสอบ
N =	จุดเป็นกลาง		

หมายเหตุ S_3 ยังคงอยู่ในตำแหน่งปิดวงจร ยกเว้นการทดสอบตามข้อ 9.17.3

รูปที่ 4ก วงจรทดสอบการทวนสอบ
- คุณลักษณะเฉพาะการทำงาน (ข้อ 9.9)
- กลไกทริปอิสระ (ข้อ 9.15)
- การทำงานในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายล้มเหลว (ข้อ 9.17.3 และข้อ 9.17.4) สำหรับ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย

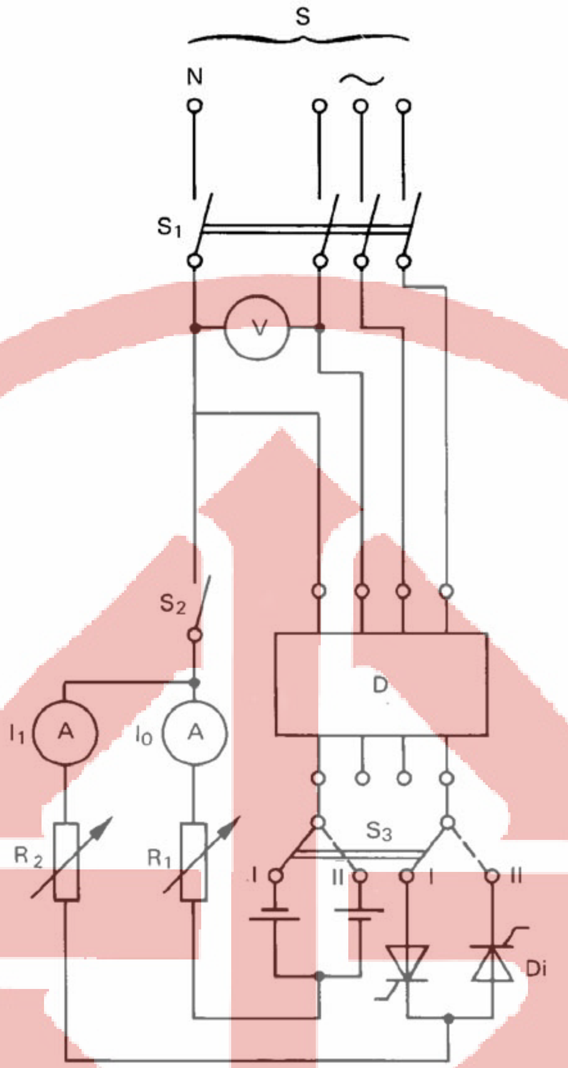
(ข้อ 9.15.1และ ข้อ 9.17.4)



S = แหล่งจ่าย
V = โวลต์มิเตอร์
A = แอมมิเตอร์ (วัดเป็นค่ารากกำลังสองเฉลี่ย)
R = ตัวต้านทานปรับค่าได้
N = จุดเป็นกลาง

S_1 = สวิตช์ตัดต่อทุกขั้ว
S_2 = สวิตช์ตัดต่อขั้วเดี่ยว
S_3 = สวิตช์สองทาง
D_i = ไทริสเตอร์
D = RCCB ที่ทดสอบ

รูปที่ 4ข วงจรทดสอบการทวนสอบความถูกต้องของการทำงานของ RCCB ในกรณีของกระแสเหลือชนิดกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่อง
(ข้อ 9.21.1.1 ข้อ 9.21.1.2 และข้อ 9.21.1.3)



S = แหล่งจ่าย

V = โวลต์มิเตอร์

A = แอมมิเตอร์ (วัดเป็นค่ารากกำลังสองเฉลี่ย)

D = RCCB ที่ทดสอบ

N = จุดเป็นกลาง

S_1 = สวิตช์ตัดต่อทุกขั้ว

S_2 = สวิตช์ตัดต่อขั้วเดี่ยว

S_3 = สวิตช์ขั้วคู่สองทาง

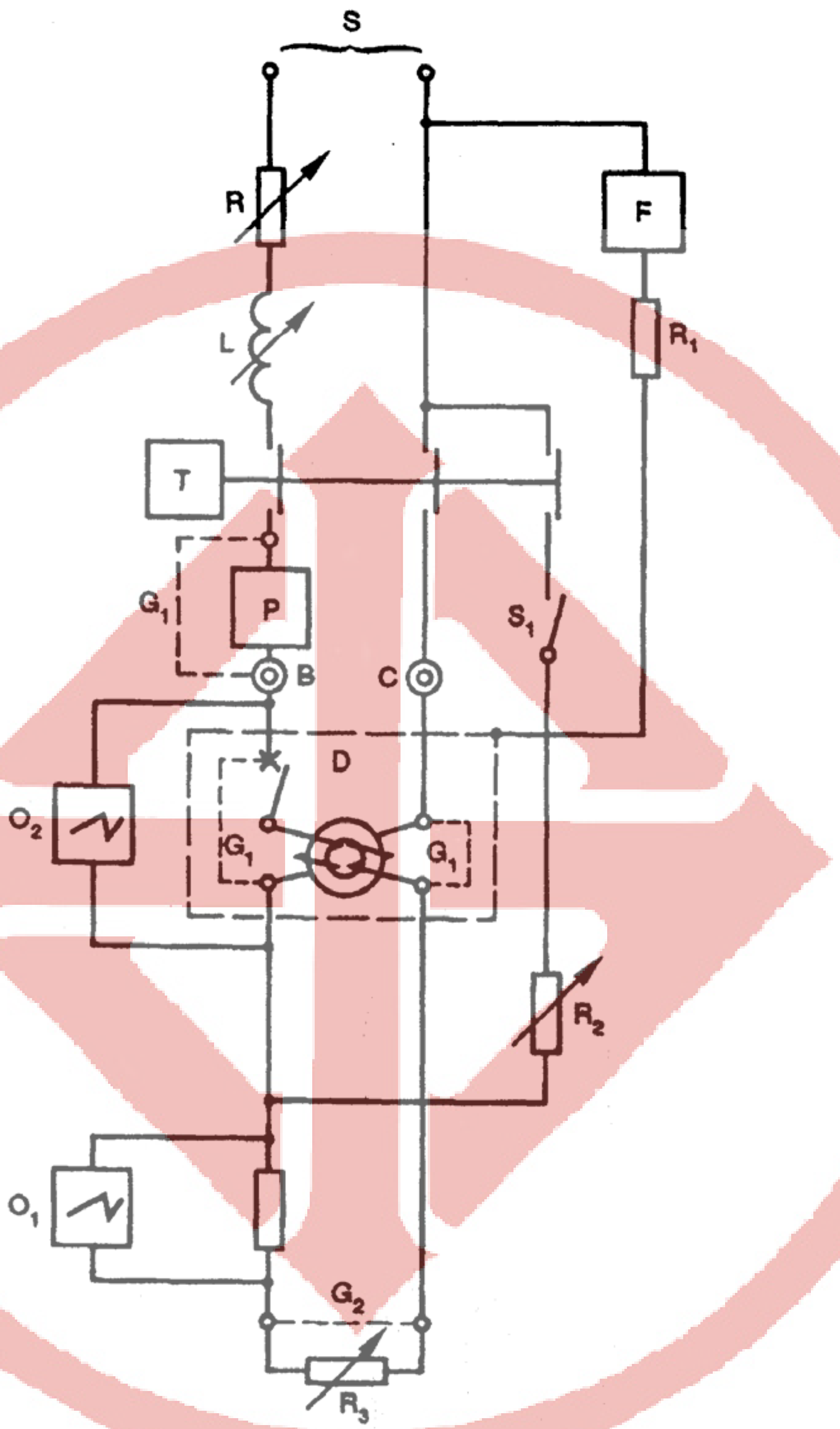
D_i = ไทริสเตอร์

R_1, R_2 = ตัวต้านทานปรับค่าได้

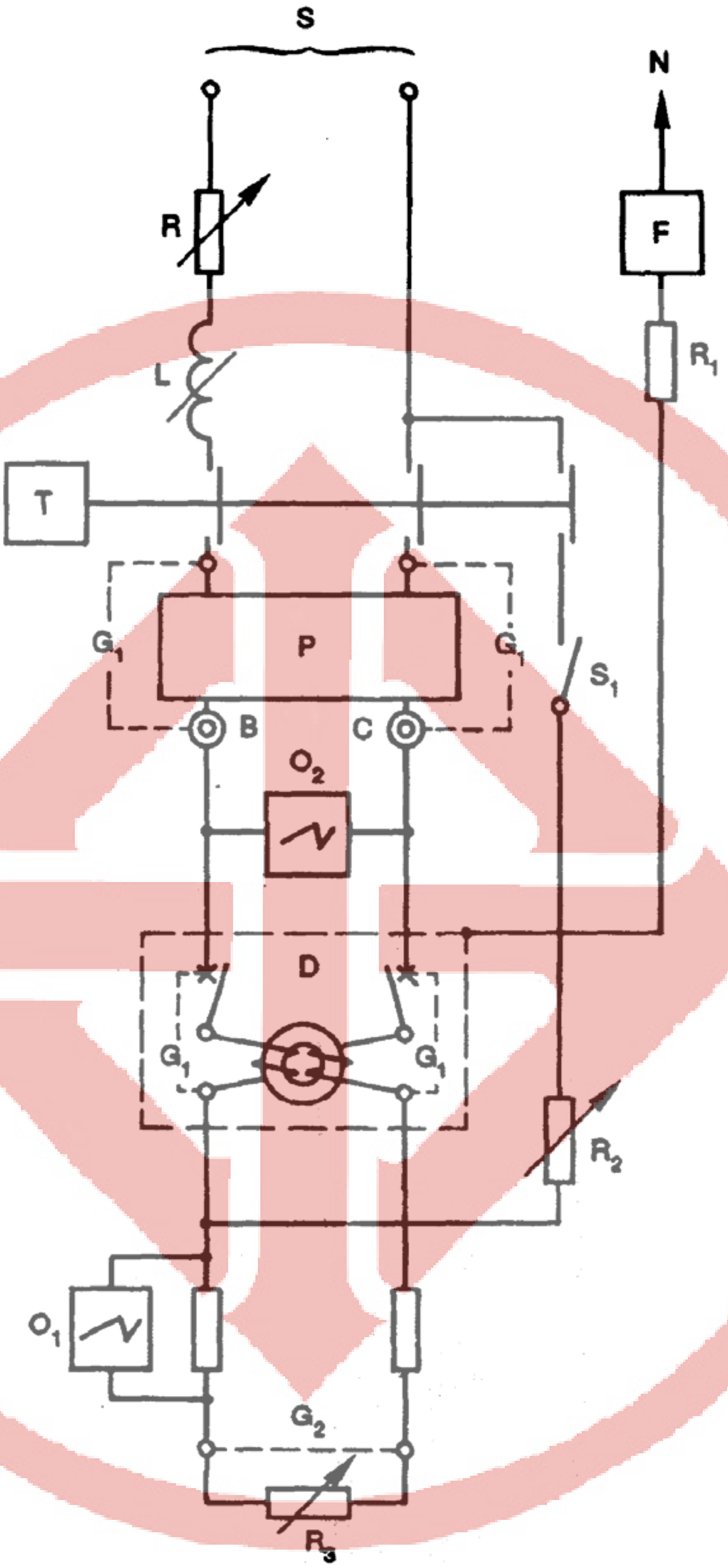
รูปที่ 4ค วงจรทดสอบการทวนสอบความถูกต้องของการทำงานของ RCCB ในกรณีของกระแสเหลือชนิดกระแสไฟฟ้าตรงพัลส์ต่อเนื่อง
(ข้อ 9.17.4 ข้อ 9.21.1.1 ข้อ 9.21.1.2และ ข้อ 9.21.1.4)

คำอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปที่ 5 ถึง รูปที่ 9

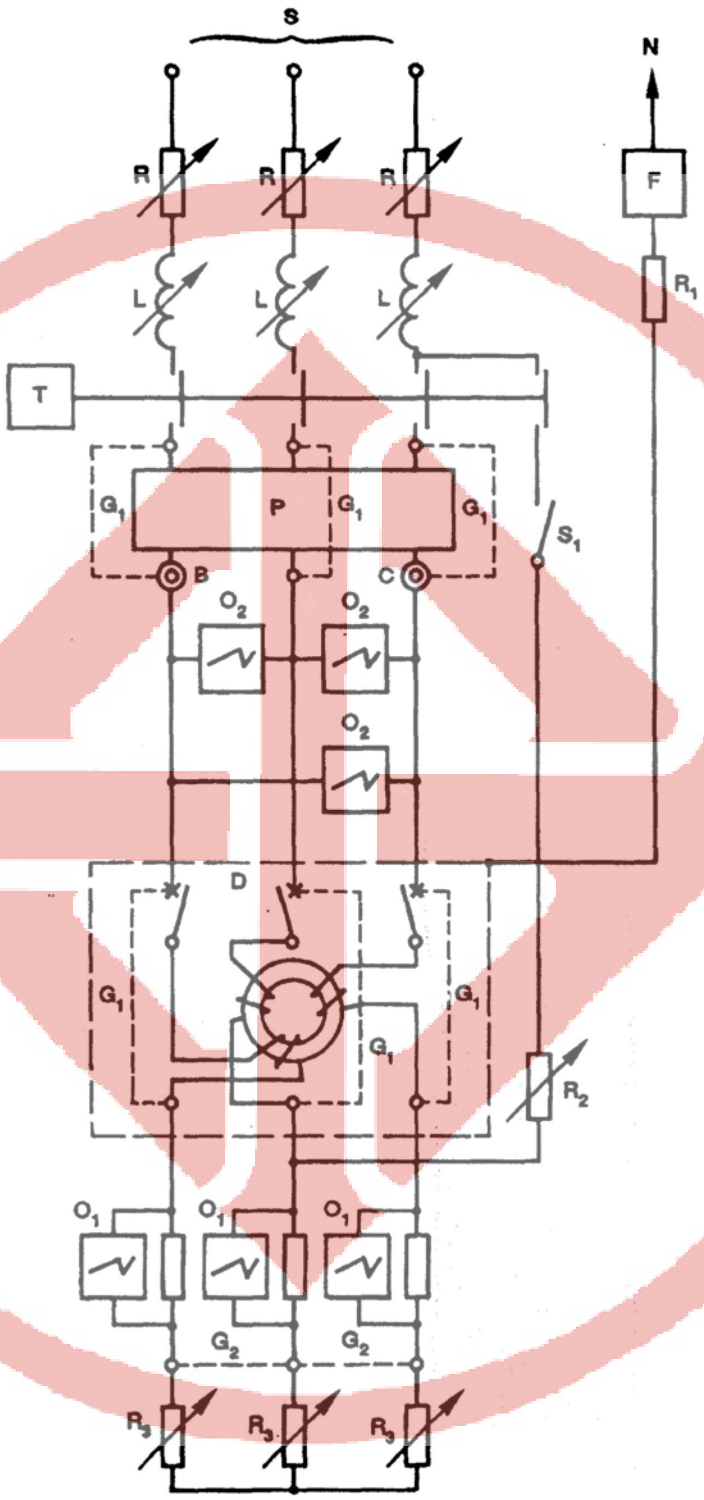
N = จุดเป็นกลาง
S = แหล่งจ่าย
R = ตัวต้านทานปรับค่าได้
L = รีแอกเตอร์ปรับค่าได้
P = อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจร (SCPD)
D = RCCB ที่ทดสอบ
G_1 = การต่อชั่วคราวสำหรับการสอบเทียบ
G_2 = การต่อสำหรับการทดสอบด้วยกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่กำหนดตามแต่ละเงื่อนไข
T = อุปกรณ์ทำให้เกิดการลัดวงจร
O_1 = ตัวรับรู้กระแสไฟฟ้าแบบบันทึกได้
O_2 = ตัวรับรู้แรงดันไฟฟ้าแบบบันทึกได้
F = อุปกรณ์สำหรับตรวจหากระแสไฟฟ้าผิดพร่อง
R_1 = ตัวต้านทานสำหรับจำกัดกระแสในอุปกรณ์ F
R_2 = ตัวต้านทานปรับค่าได้สำหรับสอบเทียบกระแสเหลือ I_Δ
R_3 = ตัวต้านทานปรับค่าได้เพิ่มเติมเพื่อปรับค่ากระแสให้ต่ำกว่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรภายใต้ภาวะที่กำหนด
S_1 = สวิตช์ช่วย
B และ C = จุดสำหรับการต่อกับกริดที่แสดงในภาคผนวก ค.



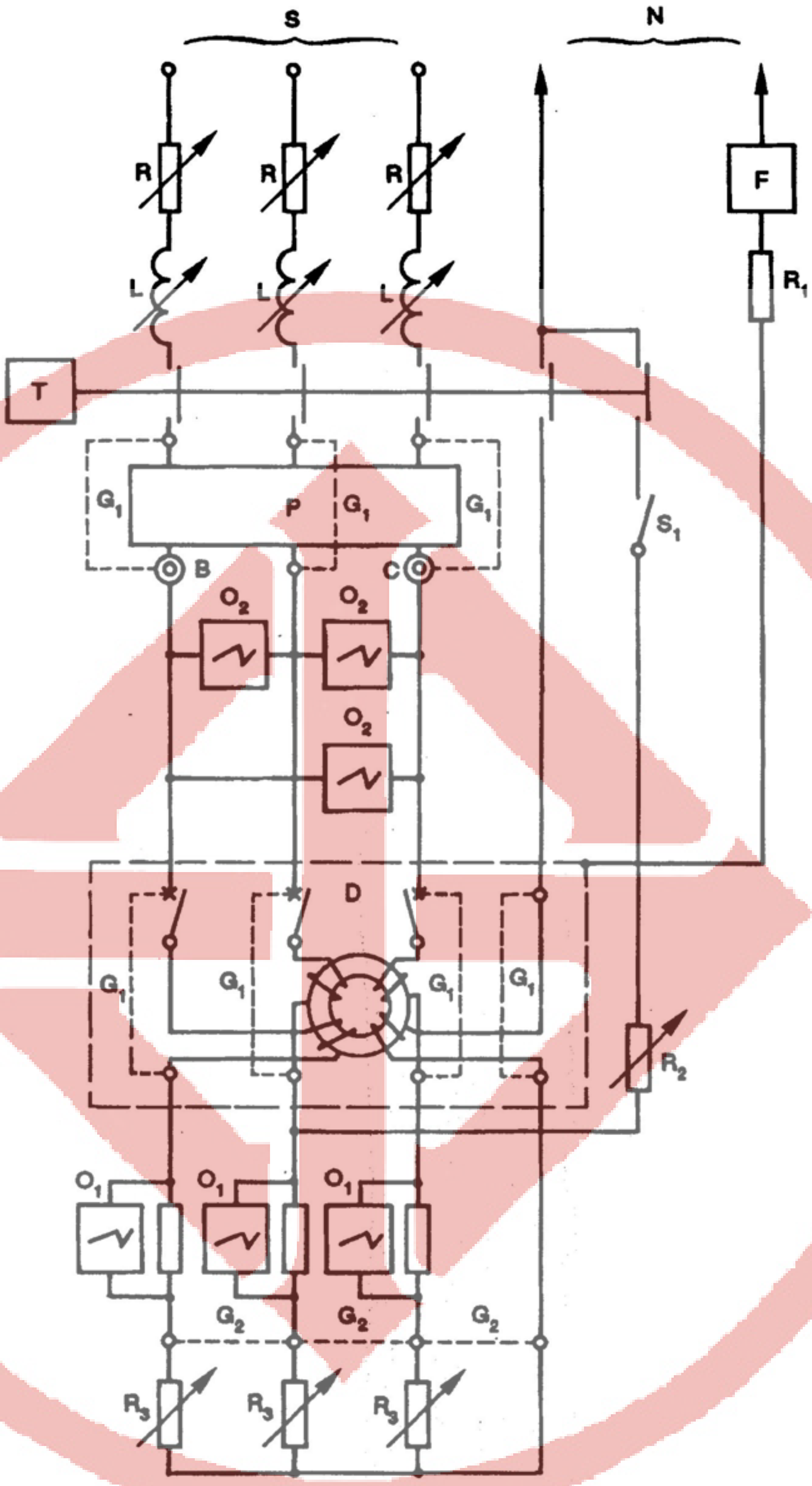
รูปที่ 5 วงจรทดสอบการทวนสอบวิสัยสามารถการต่อและการตัดวงจรที่กำหนดและการประสาน SCPD ของ RCCB แบบขั้วเดี่ยว มีทางเดินกระแสไฟฟ้า 2 ทาง (ข้อ 9.11)



รูปที่ 6 วงจรทดสอบการทวนสอบวิสัยสามารถการต่อและการตัดวงจรที่กำหนด
และการประสาน SCPD ของ RCCB แบบ 2 ขั้ว กับวงจร 1 เฟส
(ข้อ 9.11)

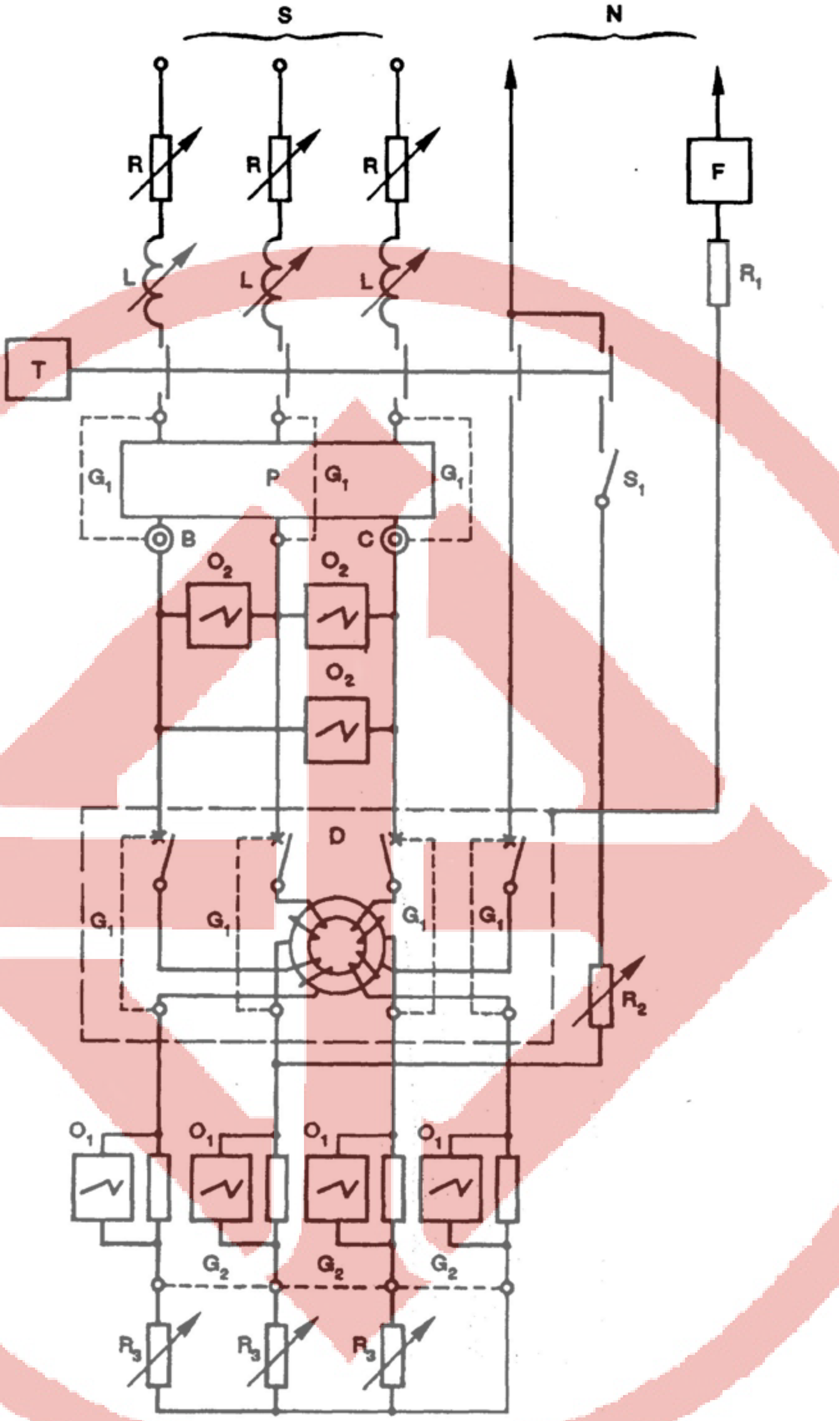


รูปที่ 7 วงจรทดสอบการทวนสอบวิสัยสามารถการต่อและการตัดวงจรที่กำหนด
และการประสาน SCPD ของ RCCB แบบ 3 ขั้ว กับวงจร 3 เฟส
(ข้อ 9.11)

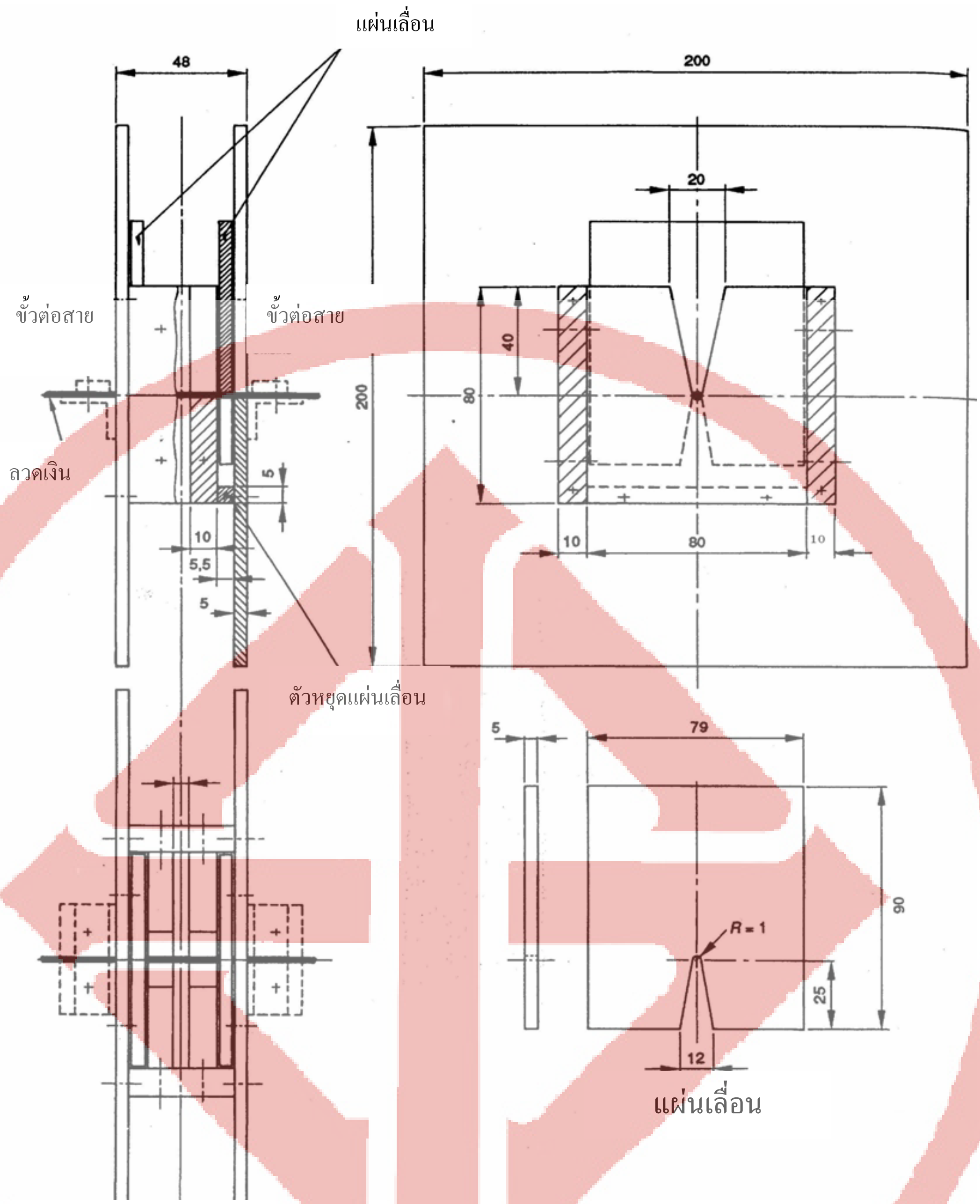


รูปที่ 8 วงจรทดสอบการทวนสอบวิสัยสามารถการต่อและการตัดวงจรที่กำหนด และการประสาน SCPD ของ RCCB แบบ 3 ขั้ว มีทางเดินกระแสไฟฟ้า 4 ทาง กับวงจร 3 เฟสที่มีสายกลาง

(ข้อ 9.11)

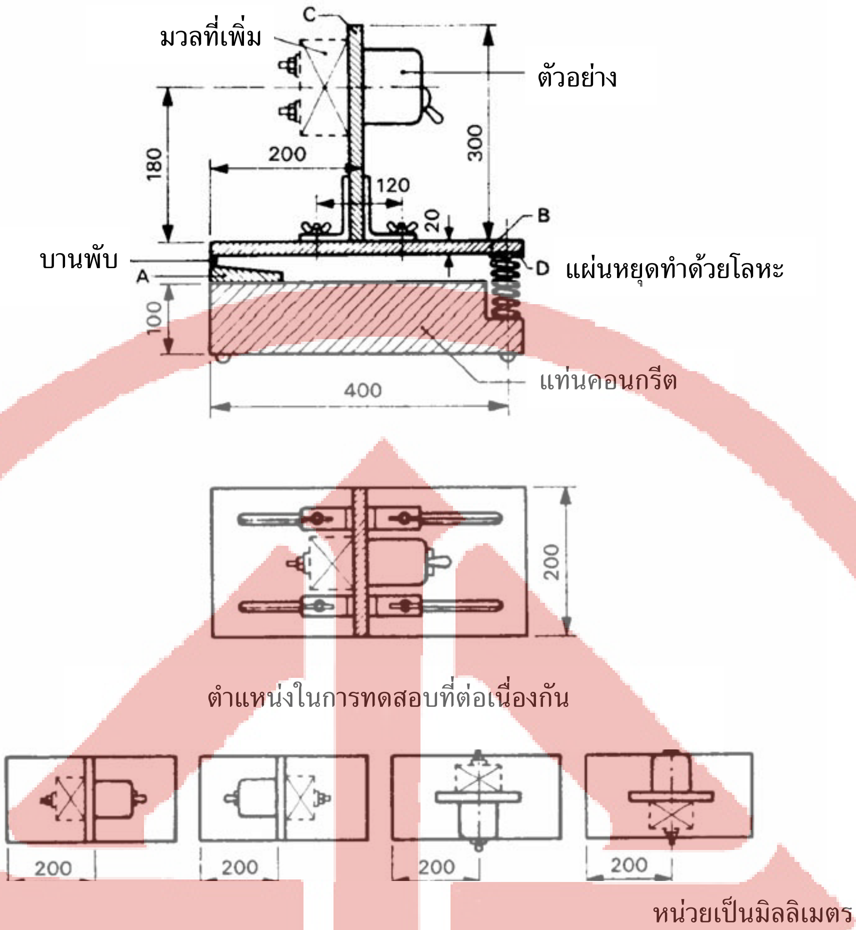


รูปที่ 9 วงจรทดสอบการทวนสอบวิสัยสามารถการต่อและการตัดวงจรที่กำหนดและการประสาน SCPD ของ RCCB แบบ 4 ขั้ว กับวงจร 3 เฟสที่มีสายกลาง
(ข้อ 9.11)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 10 อุปกรณ์ทดสอบการทวนสอบของค่าต่ำสุดของ I^2t และ I_p ที่ RCCB สามารถทนได้
(ข้อ 9.11.2.1 ก))



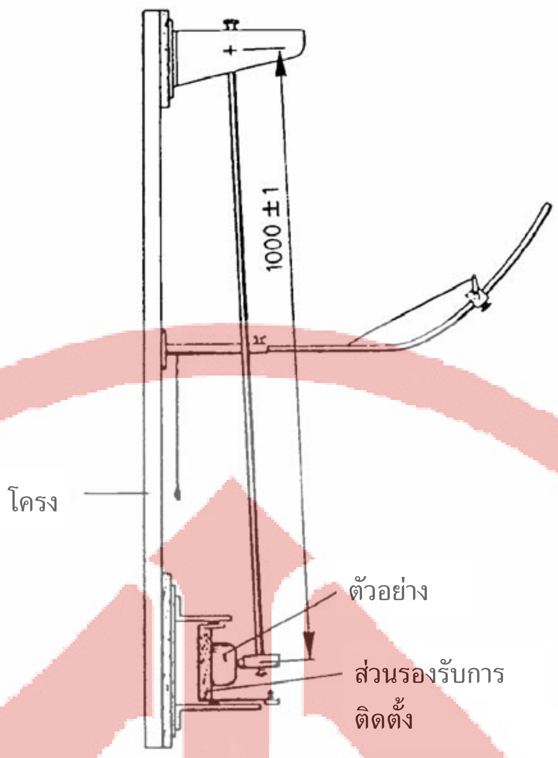
A ฐานไม้

B แท่นไม้

C แผงไม้

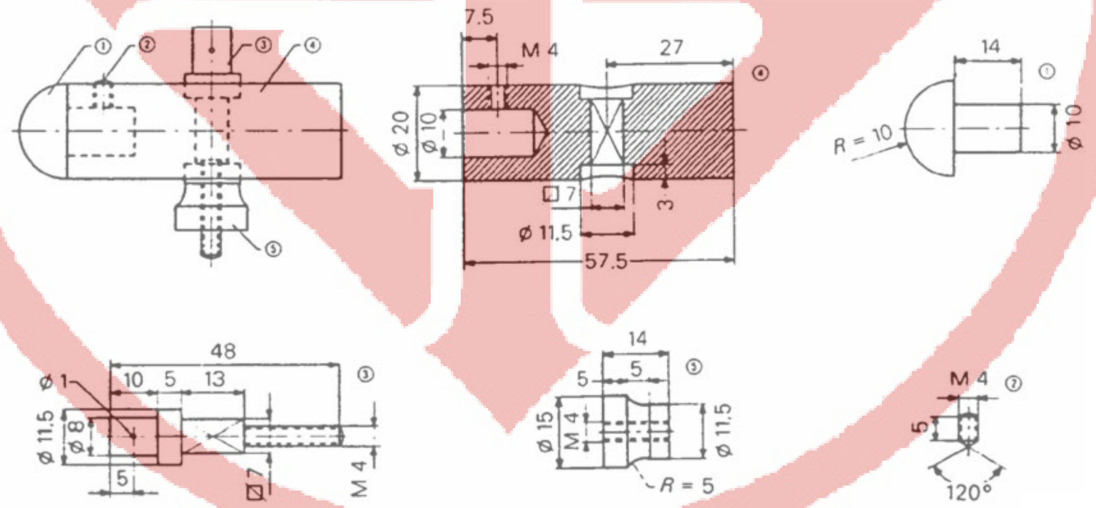
D แผ่นหยุดทำด้วยโลหะ

รูปที่ 11 เครื่องทดสอบการช็อกทางกล
(ข้อ 9.12.1)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 12 เครื่องทดสอบแรงกระแทกทางกล
(ข้อ 9.12.2.1)



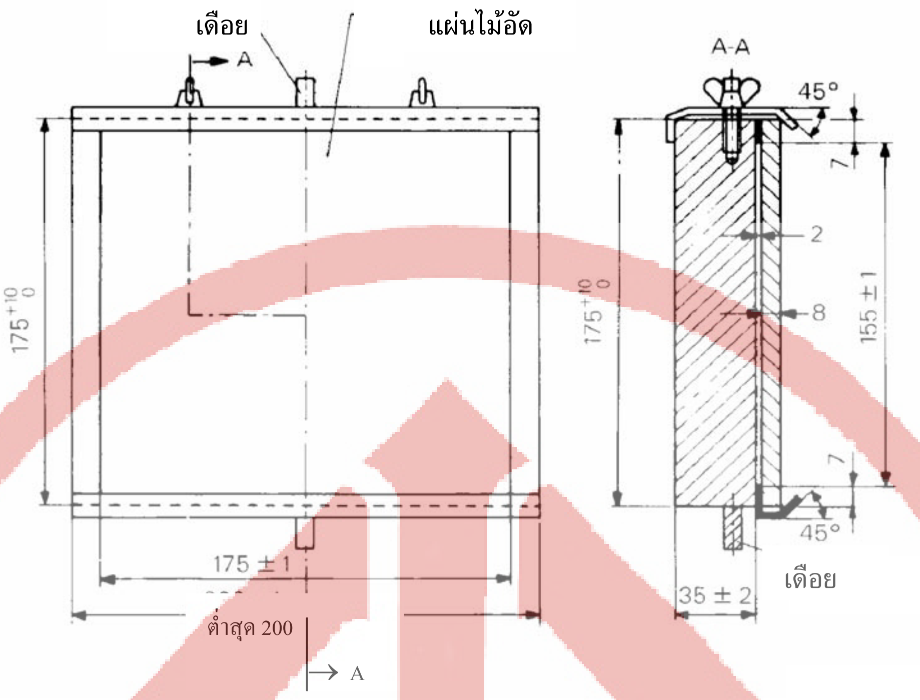
วัสดุของส่วนต่าง ๆ :

1. พอลิแอไมด์

2, 3,4,5 : เหล็กกล้า Fe 360

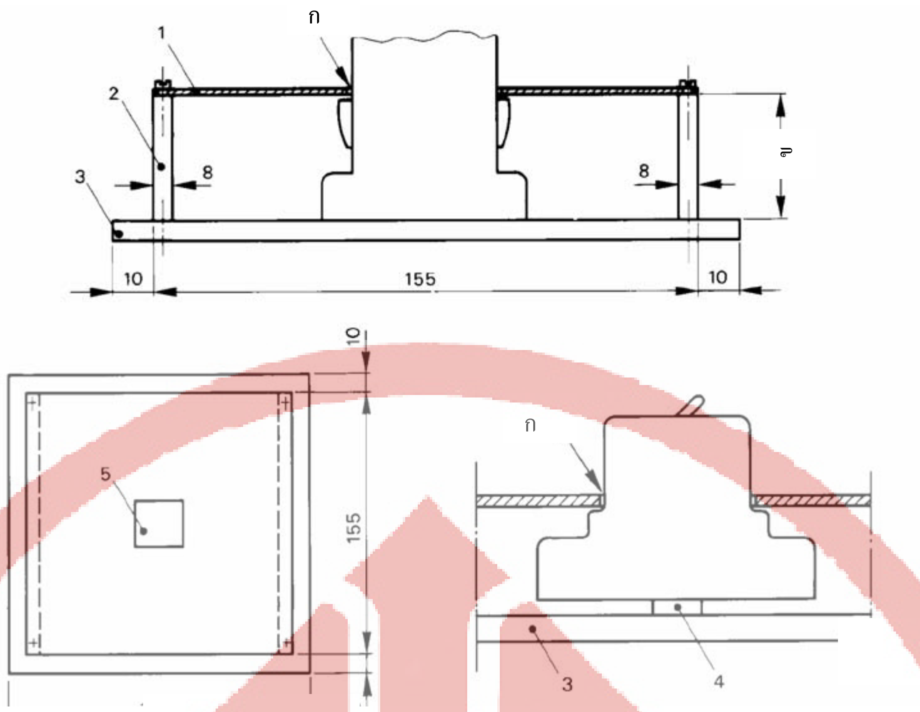
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 13 หัวกระแทกเครื่องทดสอบแรงกระแทกแบบแกว่ง
(ข้อ 9.12.2.1)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 14 ส่วนรองรับการติดตั้งตัวอย่างเพื่อทดสอบแรงกระแทกทางกล
(ข้อ 9.12.2.1)



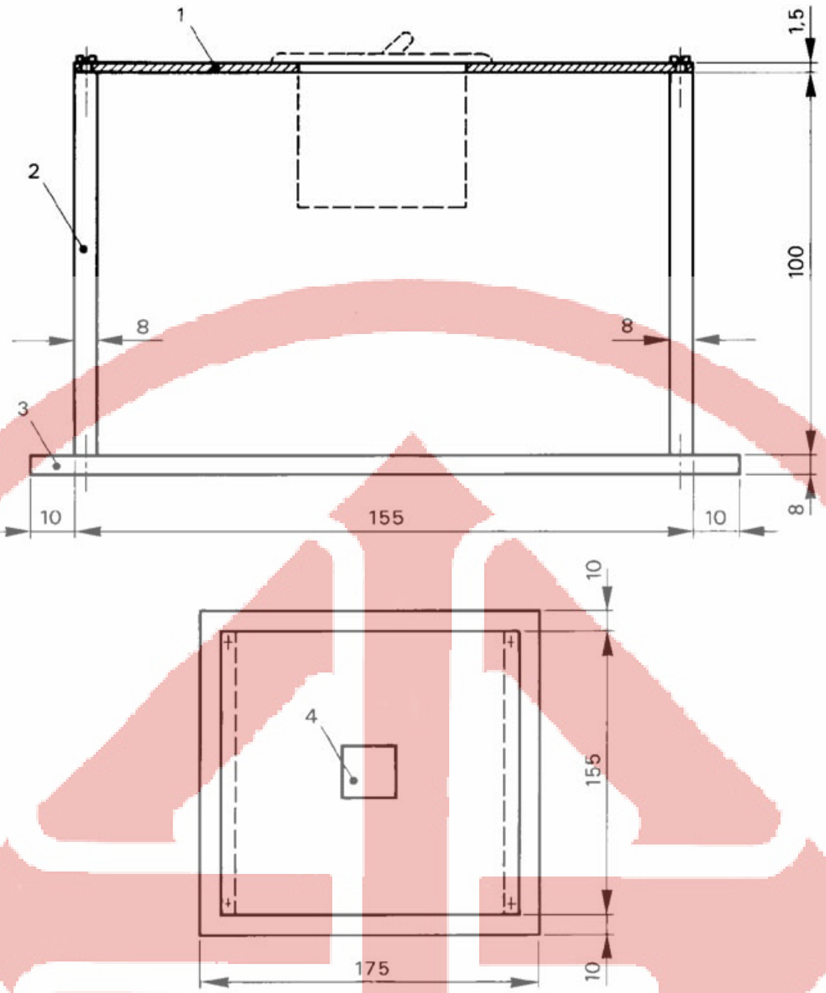
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

1. แผ่นเหล็กสับเปลี่ยนได้ หนา 1 มิลลิเมตร
2. แผ่นอะลูมิเนียม หนา 8 มิลลิเมตร
3. แผ่นติดตั้ง
4. รางที่ออกแบบสำหรับติดตั้ง RCCB
5. ช่องในแผ่นเหล็กสำหรับ RCCB

ก) ระยะห่างระหว่างขอบของช่องในแผ่นเหล็กกับผิวนอกของ RCCB ต้องมีค่าระหว่าง 1 มิลลิเมตร กับ 2 มิลลิเมตร

ข) ถ้า RCCB ไม่มีส่วนรองรับ ความสูงของแผ่นอะลูมิเนียมต้องทำให้แผ่นเหล็กวางอยู่บนส่วนรองรับของ RCCB ระยะจากส่วนที่มีไฟฟ้าซึ่งต้องป้องกันด้วยแผ่นฝาครอบเพิ่มเติมกับด้านล่างของแผ่นเหล็กเท่ากับ 8 มิลลิเมตร

รูปที่ 15 ตัวอย่างของการติดตั้ง RCCB แบบไม่มีเปลือกหุ้ม
สำหรับการทดสอบแรงกระแทกทางกล
(ข้อ 9.12.2.1)

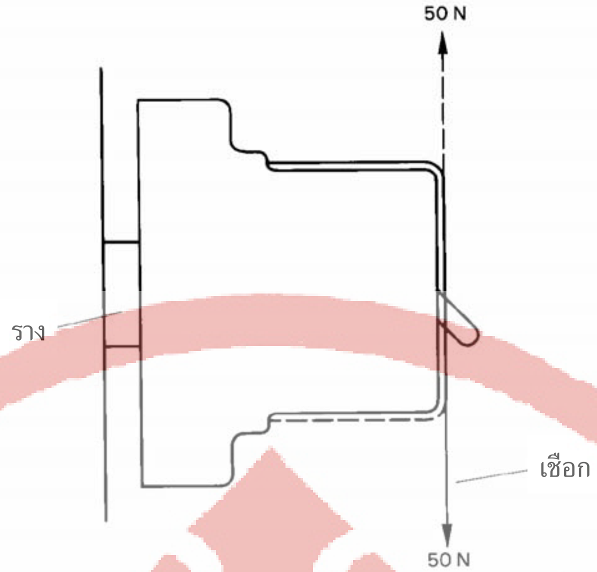


หน่วยเป็นมิลลิเมตร

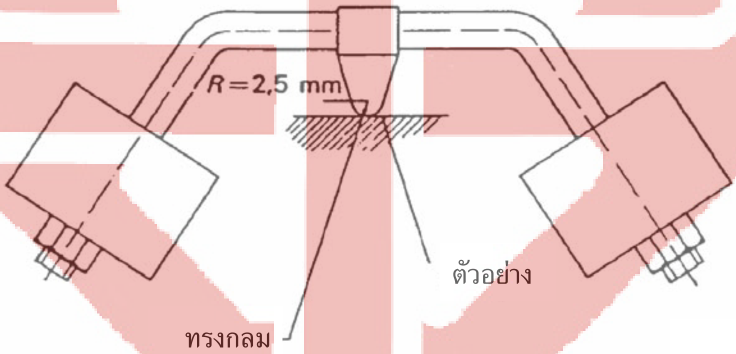
1. แผ่นเหล็กสับเปลี่ยนได้ หนา 1.5 มิลลิเมตร
2. แผ่นอะลูมิเนียม หนา 8 มิลลิเมตร
3. แผ่นติดตั้ง
4. ช่องในแผ่นเหล็กสำหรับ RCCB

หมายเหตุ ในกรณีพิเศษ อาจเพิ่มมิติได้ตามความเหมาะสม

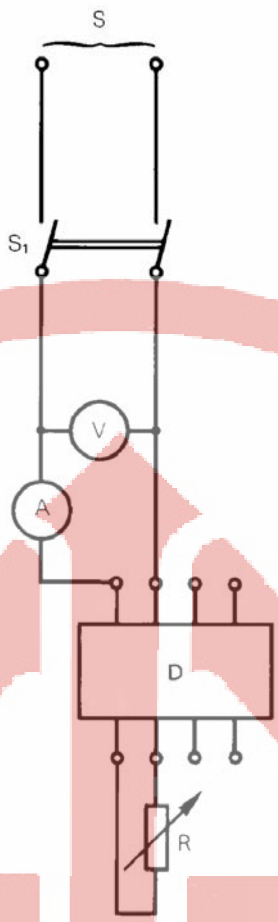
รูปที่ 16 ตัวอย่างของการติดตั้ง RCCB แบบติดตั้งกับแผง
สำหรับการทดสอบแรงกระแทกทางกล
(ข้อ 9.12.2.1)



รูปที่ 17 การทดสอบทางกลสำหรับการใช้แรงของ RCCB แบบติดตั้งกับราง
(ข้อ 9.12.2.2)



รูปที่ 18 เครื่องทดสอบแบบกดด้วยลูกเหล็กหัวกลม
(ข้อ 9.13.2)



S = แหล่งจ่าย

S_1 = สวิตช์ 2 ขั้ว

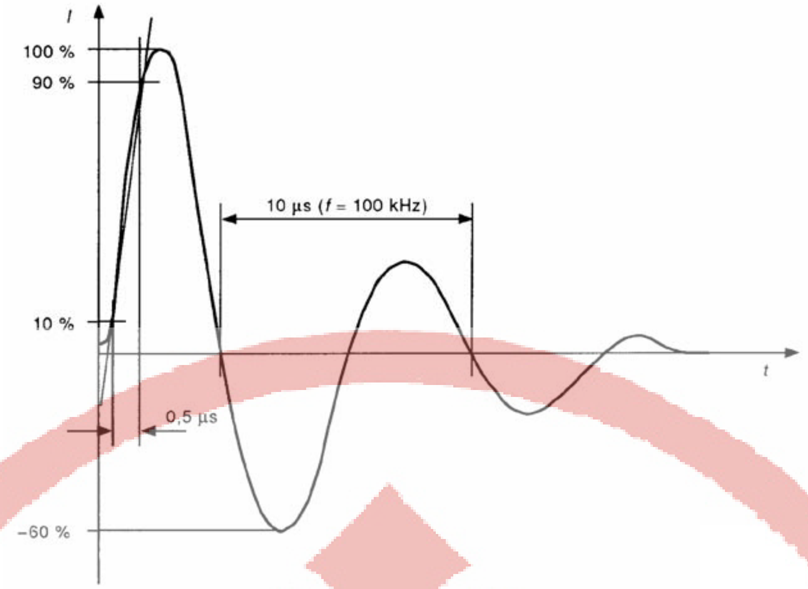
V = โวลต์มิเตอร์

A = แอมมิเตอร์

D = RCCB ที่ทดสอบ

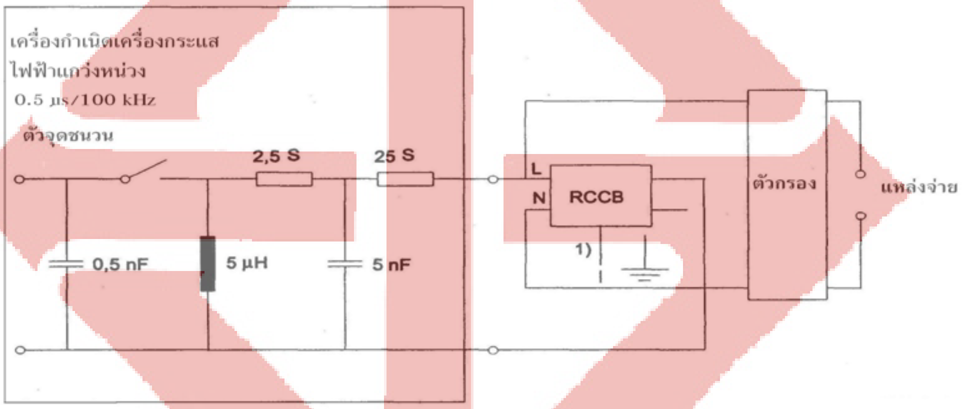
R = ตัวต้านทานปรับตั้งได้

รูปที่ 19 วงจรทดสอบการทวนสอบของค่าขีดจำกัดของกระแสเกิน
ในกรณีของโหลดเฟสเดียวไหลผ่าน RCCB แบบ 3 ขั้ว
(ข้อ 9.18.2)



รูปที่ 19 ก คลื่นกระแสไฟฟ้าแกว่งหน่วง 0.5 ไมโครวินาที/100 กิโลเฮิรตซ์

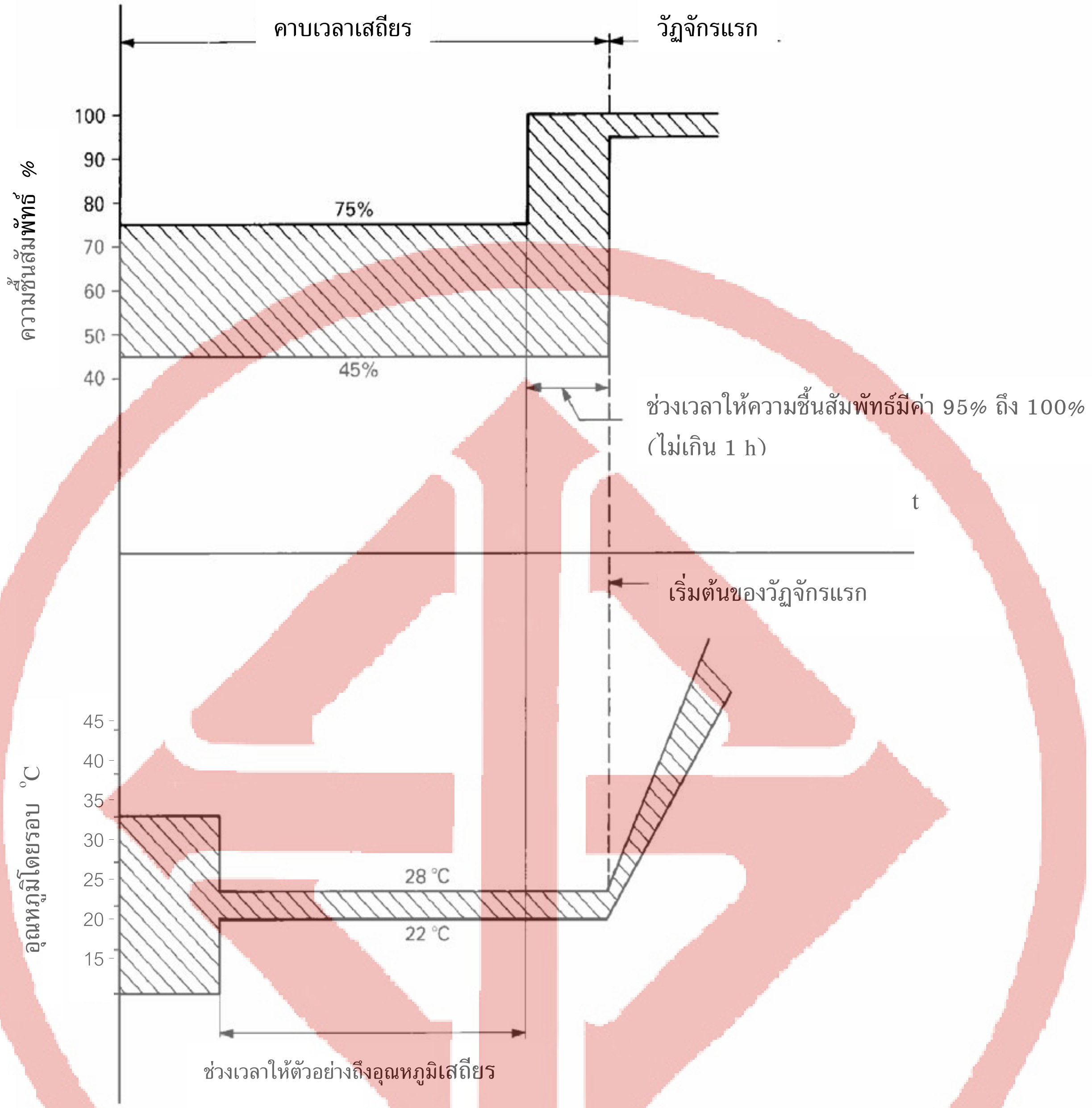
(ข้อ 9.19.1)



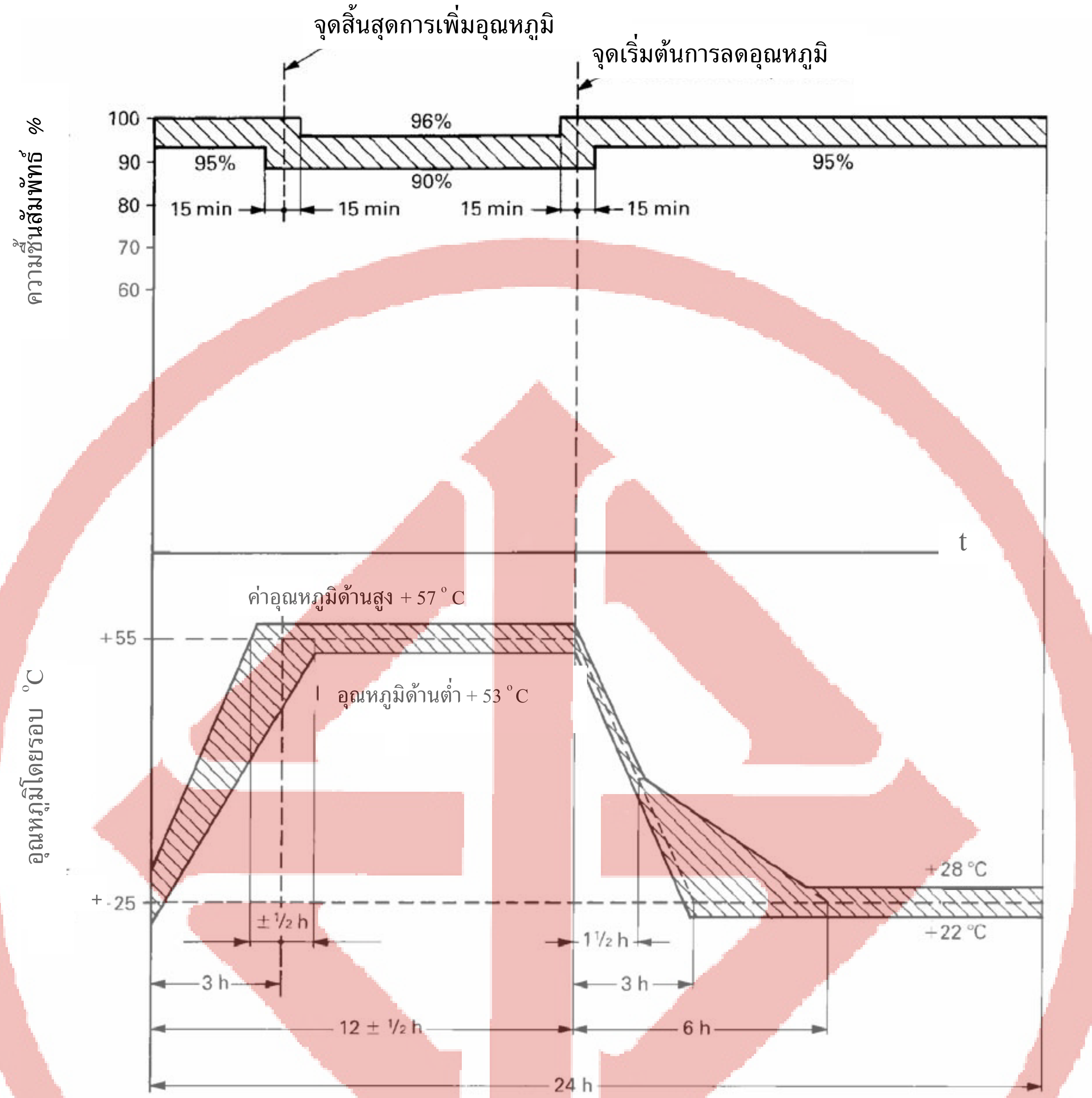
1) ถ้า RCCB มีขั้วต่อสายดินต้องต่อขั้วต่อสายดินกับขั้วต่อสายกลาง(ถ้ามี)และทำเครื่องหมายไว้บน RCCB หรือถ้าไม่มีขั้วต่อสายดิน ให้ทำเครื่องหมายกับขั้วสายเฟสขั้วใดขั้วหนึ่ง

รูปที่ 19 ข วงจรทดสอบสำหรับการทดสอบด้วยคลื่นกระแสไฟฟ้าแกว่งหน่ว

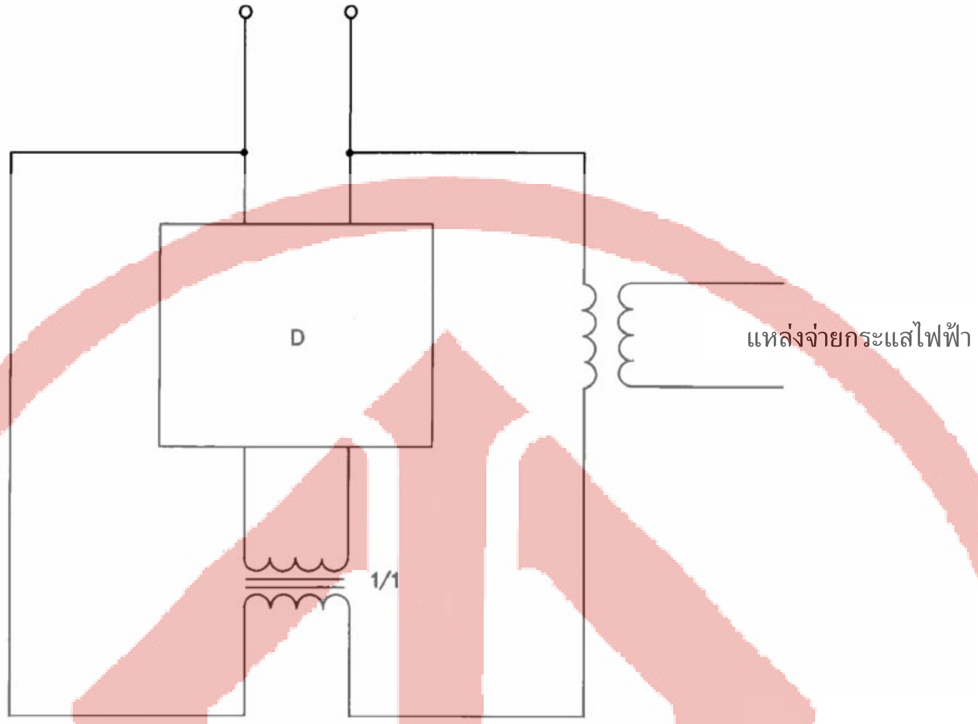
(ข้อ 9.19.1)



รูปที่ 20 คาบเวลาเสถียรสำหรับการทดสอบความเชื่อถือได้
(ข้อ 9.22.1.3)

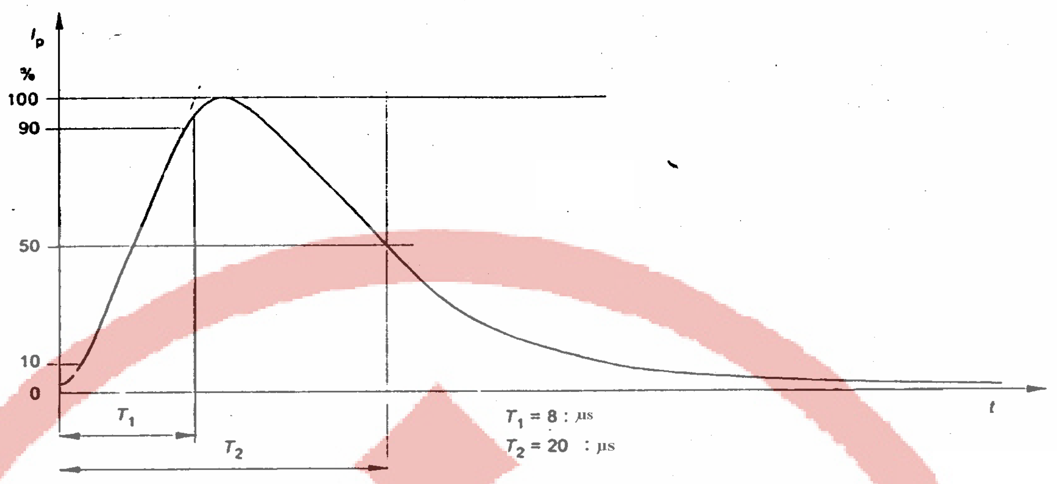


รูปที่ 21 วัฏจักรการทดสอบความเชื่อถือได้
(ข้อ 9.22.1.3)

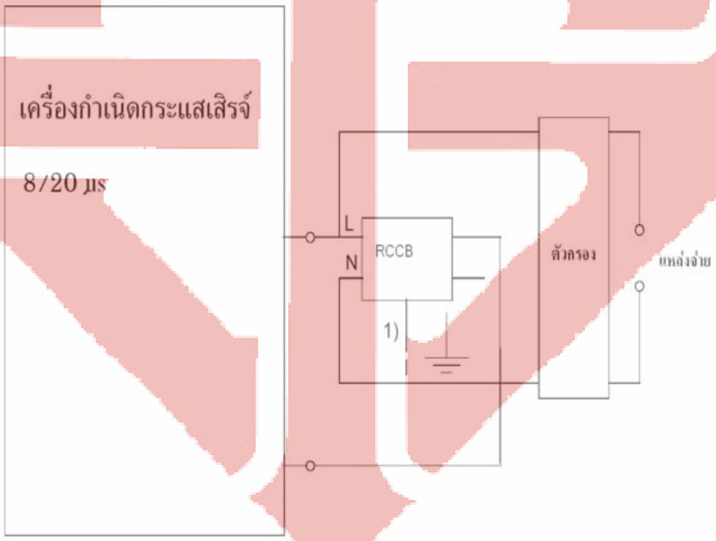


D = RCCB ที่ทดสอบ

รูปที่ 22 ตัวอย่างวงจรทดสอบการทวนสอบการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน
ของส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์
(ข้อ 9.23)



รูปที่ 23 อิมพัลส์ของกระแสเสิร์จ 8/20 ไมโครวินาที
(9.19.2.1)



1) ถ้า RCCB มีขั้วต่อสายดินต้องต่อขั้วต่อสายดินกับขั้วต่อสายกลาง(ถ้ามี)และทำเครื่องหมายบน RCCB หรือถ้าไม่มีขั้วต่อสายดิน ให้ทำเครื่องหมายกับขั้วสายเฟสขั้วหนึ่ง

รูปที่ 24 วงจรทดสอบสำหรับการทดสอบกระแสเสิร์จที่ RCCB
(ข้อ 9.19.2.1)

ภาคผนวก ก.
(ข้อกำหนด)
ลำดับการทดสอบและจำนวนของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบสำหรับจุดประสงค์การรับรอง
(ข้อ 9.1.2)

ก.1 ลำดับการทดสอบ

ให้ทดสอบตามที่กำหนดในตารางที่ ก.1 การทดสอบในแต่ละแบบลำดับให้เป็นไปตามที่กำหนด

ตารางที่ ก.1 ลำดับการทดสอบ
(ข้อ ก.1)

ลำดับการทดสอบ	หัวข้อ	การทดสอบ (หรือการตรวจพินิจ)
A	6	เครื่องหมายและฉลาก
	8.1.1	ทั่วไป
	8.1.2	กลไก
	9.3	การทดสอบความคงทนของเครื่องหมาย
	8.1.3	ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน (เฉพาะชิ้นส่วนภายนอก)
	9.15	การทวนสอบกลไกทริปอิสระ
	9.4	การทดสอบความเชื่อถือได้ของหมุดเกลียว ส่วนนำกระแสไฟฟ้า และการต่อ
	9.5	การทดสอบความเชื่อถือได้ของขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก
	9.6	การทวนสอบการป้องกันไฟฟ้าช็อก
	9.13	การทดสอบความทนความร้อน
	8.1.3	ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน (เฉพาะชิ้นส่วนภายใน)
	9.14	การทดสอบความทนความร้อนผิดปกติ และไฟ
B	9.7	การทดสอบสมบัติทางไดอิเล็กทริก
	9.8	การทดสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น
	9.20	การทวนสอบความทนของฉนวนต่อแรงดันอิมพัลส์
	9.22.2	การทดสอบความเชื่อถือได้ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส
	9.23	การทวนสอบการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานของส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์
C	9.10	การทวนสอบความทนทานการใช้งานทางกลและทางไฟฟ้า
D	D_0 9.9	การทวนสอบคุณลักษณะเฉพาะการทำงานภายใต้ภาวะกระแสเหลือ
	D_1 9.17	การทวนสอบการทำงานในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายล้มเหลว
	9.19	การทวนสอบการทำงานของ RCCB ในกรณีของกระแสเสิร์จที่เกิดจากแรงดันอิมพัลส์

ตารางที่ ก.1 ลำดับการทดสอบ (ต่อ)

ลำดับการทดสอบ	หัวข้อ	การทดสอบ (หรือการตรวจพินิจ)
	9.21	การทวนสอบความถูกต้องของการทำงาน ที่กระแสเหลือที่มีองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง
	9.11.2.3	การทวนสอบวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด ($I_{\Delta m}$)
	9.16	การทวนสอบการทำงานของอุปกรณ์ทดสอบที่ขีดจำกัดของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด
	9.12	การทวนสอบความทนการช็อกทางกลและแรงกระแทกทางกล
	9.18	การทวนสอบขีดจำกัดค่ากระแสไม่ทำงานในภาวะของกระแสเกิน
E	9.11.2.4 ก) 9.11.2.2	การทวนสอบการประสานระหว่าง RCCB กับ SCPD ที่ I_{nc} การทวนสอบวิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสที่กำหนด (I_m)
F	9.11.2.4 ข) 9.11.2.4 ค)	การทวนสอบการประสานของวิสัยสามารถการต่อและการตัดวงจรกำหนด (I_m) การทวนสอบการประสานของกระแสไฟฟ้าลัดวงจรของกระแสเหลือภายใต้ภาวะที่กำหนด ($I_{\Delta c}$)
G	9.22.1	การทดสอบความทนสภาพอากาศ

ก.2 จำนวนตัวอย่างสำหรับทดสอบทุกรายการ

ถ้า RCCB แต่ละแบบ ที่ส่งทดสอบ มีพิกัดกระแสไฟฟ้าพิกัดเดียว และพิกัดกระแสเหลือที่ใช้งานพิกัดเดียว จำนวนตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบตามอนุกรมที่แตกต่างกันให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ ก.2 ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์สมรรถนะต่ำสุดไว้เช่นกัน

ถ้าตัวอย่างทดสอบทั้งหมดตามที่กำหนดในสดมภ์ที่ 2 ของตารางที่ ก.2 เป็นไปตามข้อกำหนดทุกข้อ ให้ถือว่าเป็นไปตามมาตรฐานนี้ ถ้าตัวอย่างทดสอบจำนวนต่ำสุดตามสดมภ์ที่ 3 ของตารางที่ ก.2 เป็นไปตามที่กำหนด ให้ใช้ตัวอย่างทดสอบเพิ่มเติมตามที่กำหนดในสดมภ์ที่ 4 มาทดสอบเพิ่มเติม และตัวอย่างทดสอบเพิ่มเติมทั้งหมดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดทุกข้อ จึงจะถือว่าเป็นไปตามมาตรฐานนี้

RCCB ที่มีพิกัดกระแสไฟฟ้าพิกัดเดียว แต่มีพิกัดกระแสเหลือใช้ทำงานมากกว่า 1 พิกัด ให้ใช้ตัวอย่างทดสอบ 2 ชุด สำหรับแต่ละลำดับการทดสอบ ตัวอย่างทดสอบชุดแรกให้ตั้งที่กระแสเหลือใช้ทำงานสูงสุด และตัวอย่างทดสอบชุดที่สองให้ตั้งที่กระแสเหลือใช้งานต่ำสุด

ตารางที่ ก.2 จำนวนตัวอย่างสำหรับทดสอบทุกรายการ

(ข้อ ก.2)

ลำดับการทดสอบ [ก)]	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างต่ำสุดที่เป็นไปตามข้อกำหนด [ข)]	จำนวนตัวอย่างสูงสุดที่นำมาทดสอบซ้ำ [ค)]
A	1	1	-
B	3	2	3
C	3	2	3
D	3	2 [ง)]	3
E	3	2 [ง)]	3
F	3	2 [ง)]	3
G	3	2	3

[ก)] อาจทดสอบซ้ำได้รวมแล้ว ไม่เกิน 3 ลำดับการทดสอบ

[ข)] ให้สันนิษฐานว่าตัวอย่างทดสอบที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเนื่องจากความบกพร่องในการประกอบหรือความชำนาญ ไม่ใช่เป็นความบกพร่องในการออกแบบ

[ค)] ในกรณีของการทดสอบซ้ำ ผลการทดสอบทั้งหมดต้องเป็นไปตามข้อกำหนด

[ง)] ตัวอย่างทดสอบทั้งหมดต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ข้อ 9.9.2 ข้อ 9.9.3 และ ข้อ 9.11.2.3 ตามความเหมาะสม นอกจากนี้ต้องไม่เกิดการอาร์กอย่างถาวรหรือการวาบไฟตามผิว ระหว่างขั้วต่าง ๆและโครง ในตัวอย่างใด ๆ ระหว่างการทดสอบตามข้อ 9.11.2.2 ข้อ 9.11.2.4 ก) ข้อ 9.11.2.4 ข) หรือ ข้อ 9.11.2.4 ค)

ก.3 จำนวนตัวอย่างที่ใช้สำหรับวิธีทดสอบอย่างง่าย ในกรณีที่ RCCB มีพื้นฐานการออกแบบเดียวกันและพิสัยเดียวกันส่งทดสอบพร้อมกัน

ก.3.1 ถ้า RCCB มีพื้นฐานการออกแบบเดียวกันและมีพิสัยเดียวกัน หรือมีการส่งเพิ่ม RCCB ที่มีพิสัยดังกล่าวมาให้การรับรอง จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบอาจลดลงได้ตามที่กำหนดในตารางที่ ก.3

หมายเหตุ จุดประสงค์ของภาคผนวกนี้ คำว่า “พื้นฐานการออกแบบเดียวกัน” ครอบคลุมถึงพิสัยของ RCCB ที่มีอนุกรมของกระแสไฟฟ้าที่กำหนด (I_n) อนุกรมของกระแสเหลือใช้งานที่กำหนด ($I_{\Delta n}$) และ/หรือจำนวนขั้วที่แตกต่างกัน

ให้ถือว่า RCCB มีพื้นฐานการออกแบบเดียวกัน ถ้าเป็นดังต่อไปนี้

1) มีพื้นฐานการออกแบบเหมือนกัน ได้แก่ แบบขึ้นกับแรงดันไฟฟ้า และแบบไม่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้า ต้องไม่อยู่ด้วยกันในพิสัยเดียวกัน
2) อุปกรณ์บังคับกลไกของกระแสเหลือมีกลไกทริปเหมือนกัน และมีรีเลย์หรือโซลีนอยด์เหมือนกัน ยกเว้นการแปรผันที่ยอมให้ตามที่กำหนดในข้อ ค) และ ง) ในข้อนี้
3) ใช้วัสดุ การตกแต่งและมิติของชิ้นส่วนที่นำไฟฟ้าภายในเหมือนกัน นอกเหนือจากรายละเอียดการแปรผันที่กำหนดในข้อ ก)
4) ขั้วต่อสาย มีการออกแบบเหมือนกัน (ดูข้อ ข)ในข้อนี้)

5) มีขนาดหน้าสัมผัส วัสดุ โครงร่าง และวิธีการประกอบเหมือนกัน
6) มีกลไกทำงานด้วยมือ วัสดุ และคุณลักษณะเฉพาะทางฟิสิกส์เหมือนกัน
7) การขึ้นรูป และวัสดุฉนวนเหมือนกัน
8) วิธี วัสดุ และโครงสร้างของอุปกรณ์ดับอาร์กเหมือนกัน
9) มีพื้นฐานการออกแบบอุปกรณ์รับรู้กระแสเหลือเหมือนกัน สำหรับคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละแบบที่กำหนด นอกเหนือจากการแปรผันที่ยอมให้ตามที่กำหนดในข้อ ค)
10) มีพื้นฐานการออกแบบอุปกรณ์ทริปกระแสเหลือเหมือนกัน ยกเว้นการแปรผันที่ยอมให้ตามที่กำหนดในข้อ ง)
11) มีพื้นฐานการออกแบบอุปกรณ์ทดสอบเหมือนกัน ยกเว้นการแปรผันที่ยอมให้ตามที่กำหนดในข้อ จ)

ถ้า RCCB เป็นไปตามข้อกำหนดอื่น ๆทั้งหมด ยอมให้มีการแปรผันดังต่อไปนี้

ก) พื้นที่หน้าตัดของการต่อที่นำกระแสไฟฟ้าภายใน และความยาวของการต่อทอรอยด์
ข) ขนาดของขั้วต่อสาย
ค) จำนวนรอบและพื้นที่หน้าตัดของขดลวด และขนาดและวัสดุของแกนของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบผลต่าง (differential transformer)
ง) ความไวของรีเลย์และ/หรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวเนื่อง (ถ้ามี)
จ) ค่าความต้านทาน (โอห์ม) ของอุปกรณ์ที่ให้จำนวนแอมแปร์-รอบสูงสุด ที่จำเป็นสำหรับการทดสอบตามข้อ 9.16 วงจรอาจต่อระหว่างเฟส หรือเฟสกับสายกลาง

ก.3.2 RCCB ที่เป็นประเภทเดียวกันตามการทำงานเกี่ยวกับองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง (ข้อ 4.6) และเป็นประเภทเดียวกันตามการหน่วงเวลา (ข้อ 4.7) จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบอาจลดลงได้ตามที่กำหนดในตารางที่ ก.3

ตารางที่ ก.3 จำนวนตัวอย่างที่ใช้สำหรับวิธีทดสอบอย่างง่าย

(ข้อ ก.3)

ลำดับการทดสอบ	จำนวนตัวอย่างตามจำนวนขั้ว [ก)]		
	2 ขั้ว [ข) ค)]	3 ขั้ว [ง) ฉ)]	4 ขั้ว [จ)]
A	1 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	1 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	1 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด
B	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด
C	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด
$D_0 + D_1$	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด
D_0	1 สำหรับพิกัด $I_{\Delta n}$ อื่น		
E	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด
F	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด 3 [ช)] พิกัด I_n ต่ำสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ สูงสุด	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด 3 [ช)] พิกัด I_n ต่ำสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ สูงสุด	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด 3 [ช)] พิกัด I_n ต่ำสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ สูงสุด
G	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด 3 [ช)] พิกัด I_n ต่ำสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ สูงสุด	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด 3 [ช)] พิกัด I_n ต่ำสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ สูงสุด	3 พิกัด I_n สูงสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด 3 [ช)] พิกัด I_n ต่ำสุด พิกัด $I_{\Delta n}$ สูงสุด

[ก)] ถ้าต้องการทดสอบซ้ำตามเกณฑ์สมรรถนะต่ำสุดที่กำหนดในข้อ ก.2 ให้ใช้ชุดตัวอย่างใหม่สำหรับการทดสอบที่เกี่ยวเนื่อง ในการทดสอบซ้ำ ผลการทดสอบทั้งหมดต้องเป็นไปตามข้อกำหนด

[ข)] ถ้ามีเพียง RCCB แบบ 3 ขั้วหรือแบบ 4 ขั้ว ที่ใช้ทดสอบ ให้ใช้สดมภ์นี้กับชุดตัวอย่างที่มีจำนวนขั้วน้อยที่สุด

[ค)] ใช้ได้กับ RCCB แบบ 1 ขั้วที่มีสายกลางที่ไม่มีการตัดต่อ และ RCCB แบบ 2 ขั้วที่มีขั้วป้องกัน 1 ขั้ว

[ง)] ใช้ได้กับ RCCB แบบ 3 ขั้ว ที่มีขั้วป้องกัน 2 ขั้ว

[จ)] ใช้ได้กับ RCCB แบบ 3 ขั้ว ที่มีสายกลางที่ไม่มีการตัดต่อ และ RCCB แบบ 4 ขั้วที่มีขั้วป้องกัน 3 ขั้ว

[ฉ)] เมื่อทดสอบกับ RCCB แบบ 4 ขั้ว สดมภ์นี้สามารถตัดทิ้งได้

[ช)] ถ้ามีค่า $I_{\Delta n}$ เพียงค่าเดียวที่ใช้ทดสอบ ไม่ต้องใช้ชุดตัวอย่างนี้

ภาคผนวก ข.
(ข้อกำหนด)
การวัดระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน
(ข้อ 3.7.6 และ ข้อ 3.7.7)

ในการวัดระยะห่างในอากาศ และระยะห่างตามผิวฉนวน แนะนำให้พิจารณาจุดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ถ้าระยะห่างในอากาศหรือระยะห่างตามผิวฉนวนได้รับอิทธิพลจากชิ้นส่วนโลหะหนึ่งส่วนหรือมากกว่า ผลรวมของภาคตัดควรมีค่าอย่างน้อยเท่ากับค่าต่ำสุดที่กำหนด

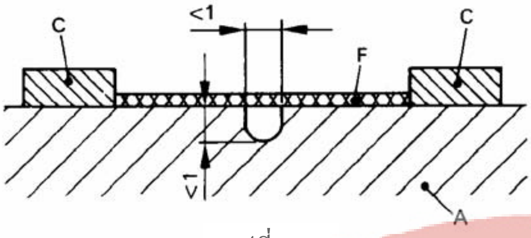
ภาคตัดแต่ละภาคที่มีความยาวน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ไม่ควรนำมาพิจารณาในการคำนวณความยาวทั้งหมดของระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน

ในการวัดระยะห่างตามผิวฉนวน

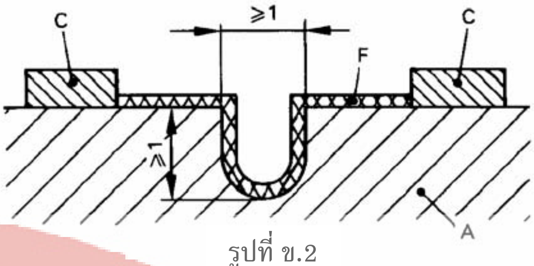
- ร่องที่มีความกว้างอย่างน้อย 1 มิลลิเมตร และความลึกอย่างน้อย 1 มิลลิเมตร ให้วัดตามแนวเส้นขอบเขต
- ร่องที่มีมิติใด ๆ น้อยกว่ามิติเหล่านี้ ไม่ควรนำมาคิด
- สันที่มีความสูงอย่างน้อย 1 มิลลิเมตร
  - ให้วัดตามแนวเส้นขอบเขต ถ้าเป็นชิ้นส่วนที่รวมหน่วยกัน (integral part) ของส่วนประกอบของวัสดุฉนวน (เช่น การขึ้นรูป การเชื่อม หรือ การยึดกันแน่น)
  - ให้วัดระยะที่สั้นกว่าของ 2 ทางเดินต่อไปนี้ : ตามแนวต่อหรือตามแนวด้านข้างของสัน ถ้าสันไม่ได้เป็นชิ้นส่วนที่รวมกันของส่วนประกอบของวัสดุฉนวน

ข้อแนะนำต่าง ๆ ข้างต้น แสดงด้วยรูปดังนี้

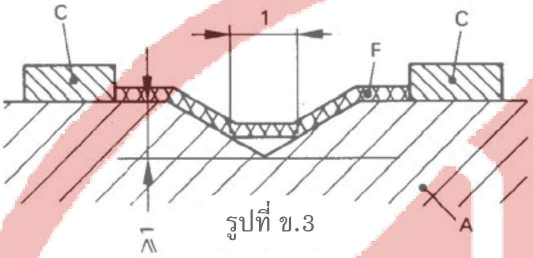
- รูปที่ ข.1 รูปที่ ข.2 และรูปที่ ข.3 แสดงการวัดรวมหรือไม่วัดรวมร่อง ในการวัดระยะห่างตามผิวฉนวน
- รูปที่ ข.4 และรูปที่ ข.5 แสดงการวัดรวมหรือไม่วัดรวมสัน ในการวัดระยะห่างตามผิวฉนวน
- รูปที่ ข.6 แสดงการพิจารณาแนวต่อเมื่อสันเกิดจากการเสียบแผ่นกั้นฉนวน และทำให้แนวด้านข้างของด้านนอกยาวกว่าความยาวของแนวต่อ
- รูปที่ ข.7 รูปที่ ข.8 รูปที่ ข.9 และรูปที่ ข.10 แสดงวิธีการวัดระยะห่างตามผิวฉนวน ในกรณีที่ตัวยึดฝังอยู่ในชิ้นส่วนฉนวนของวัสดุฉนวน



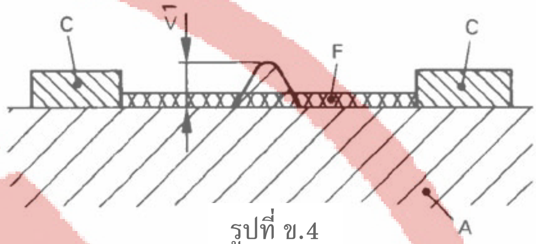
รูปที่ ข.1



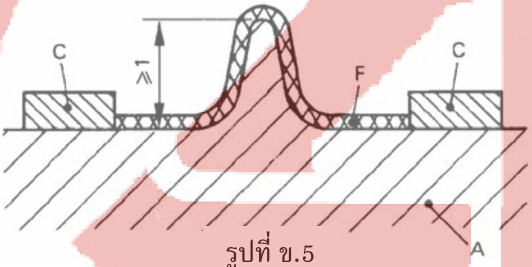
รูปที่ ข.2



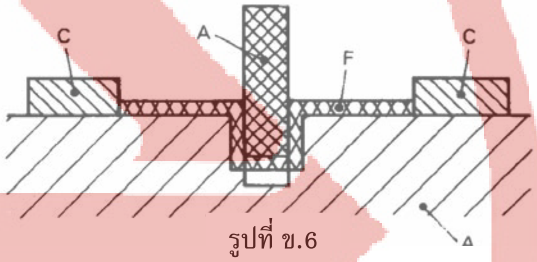
รูปที่ ข.3



รูปที่ ข.4



รูปที่ ข.5

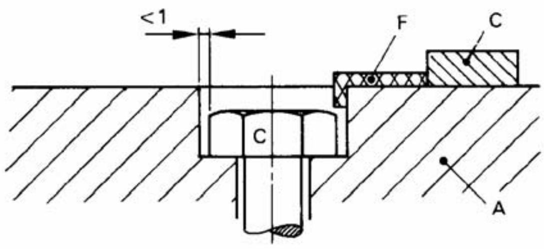


รูปที่ ข.6

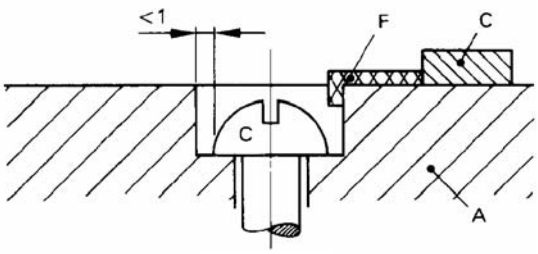
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

A = วัสดุฉนวน C = ชิ้นส่วนตัวนำ F = ระยะห่างตามผิวฉนวน

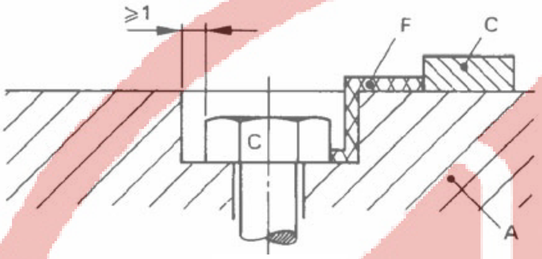
รูปที่ ข.1 ถึงรูปที่ ข.6 แสดงการวัดระยะห่างตามผิวฉนวน
(ข้อ 3.7.6 และ ข้อ 3.7.7)



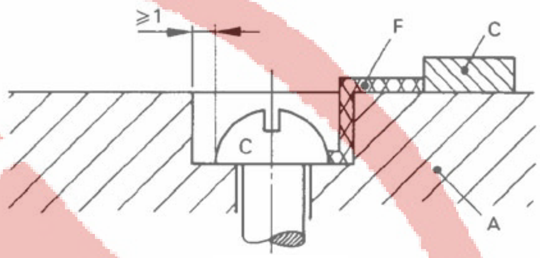
รูปที่ ข.7



รูปที่ ข.8



รูปที่ ข.9



รูปที่ ข.10

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

A = วัสดุฉนวน C = ชิ้นส่วนตัวนำ F = ระยะห่างตามผิวฉนวน

รูปที่ ข.7 ถึงรูปที่ ข.10 แสดงการวัดระยะห่างตามผิวฉนวน
(ข้อ 3.7.6 และ ข้อ 3.7.7)

ภาคผนวก ค.

(ข้อกำหนด)

การเตรียมการสำหรับการตรวจหาการปล่อยก๊าซที่แตกตัวเป็นไอออนระหว่างการทดสอบการลัดวงจร

(ข้อ 9.11.2.1 ฉ.1))

ให้ติดตั้งอุปกรณ์ที่ทดสอบ (RCCB) ดังแสดงในรูปที่ ค.1 ซึ่งอาจมีการดัดแปลงให้เหมาะสมกับการออกแบบเฉพาะของ RCCB และเพื่อให้เป็นไปตามคู่มือการติดตั้งของผู้ทำ

เมื่อต้องใช้แผ่นพอลิเอทิลีนบางระหว่างการทำงาน “O” ให้ยึดติดแผ่นพอลิเอทิลีนบางใสหนา (0.05 ± 0.01) มิลลิเมตร ที่มีขนาดใหญ่กว่ามิติทั้งหมดของพื้นผิวด้านหน้าของ RCCB ในทุกทิศทางไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (แต่ต้องไม่เล็กกว่า 200 มิลลิเมตร × 200 มิลลิเมตร) ไว้ในโครงให้ตึงพอสมควร โดยให้วางที่ระยะห่าง 10 มิลลิเมตร จาก

- ส่วนที่ยื่นสูงสุดของอุปกรณ์บังคับกลไกของ RCCB ที่ไม่มีช่องใส่อุปกรณ์บังคับกลไก หรือ
- ขอบของช่องฝังอุปกรณ์บังคับกลไกของ RCCB ที่มีช่องใส่อุปกรณ์บังคับกลไก

แผ่นพอลิเอทิลีนบางต้องมีสมบัติทางฟิสิกส์ ดังต่อไปนี้

ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส	:	(0.92 ± 0.05) กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
จุดหลอมเหลว	:	110 องศาเซลเซียส ถึง 120 องศาเซลเซียส

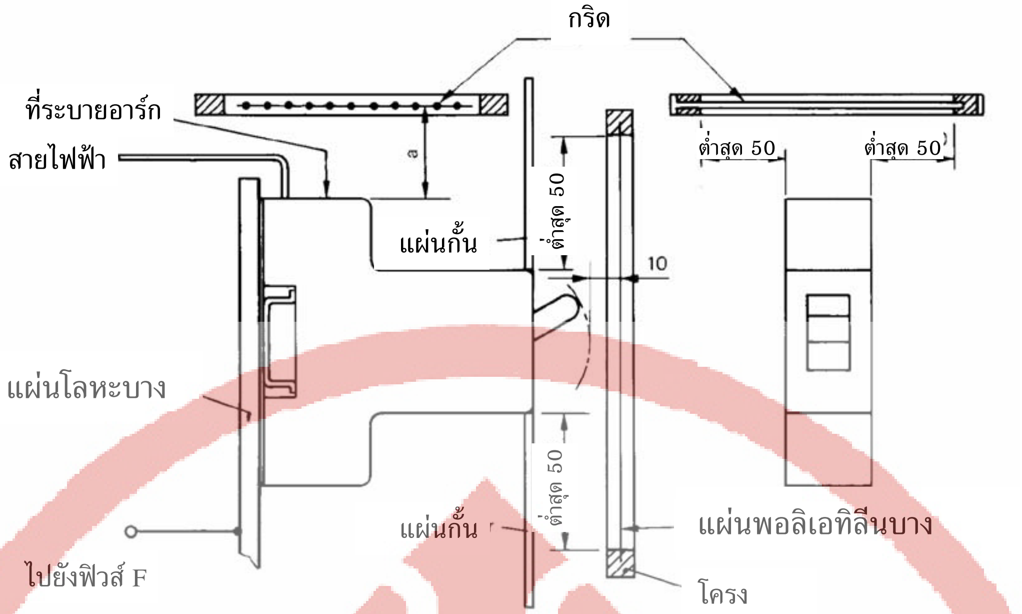
เมื่อต้องใช้แผ่นกั้นที่ทำด้วยวัสดุฉนวน ให้วางแผ่นกั้นที่ทำด้วยวัสดุฉนวนที่มีความหนาต่ำสุด 2 มิลลิเมตร ไว้ดังแสดงในรูปที่ ค.1 ระหว่างที่ระบายอาร์ก (arc vent) กับแผ่นพอลิเอทิลีนบาง เพื่อป้องกันแผ่นพอลิเอทิลีนบางเสียหายอันเนื่องมาจากอนุภาคความร้อนที่ปล่อยออกมาจากช่องระบายอาร์ก

เมื่อต้องใช้กริด ให้วางกริดตามที่กำหนดในรูปที่ ค.2 ไว้ที่ระยะห่าง “a” มิลลิเมตร จากแต่ละด้านข้างของช่องระบายอาร์กของ RCCB ตามรูปที่ ค.1

วงจรกริด (ดูรูปที่ ค.3) ต้องต่อเข้ากับจุด B และจุด C (ดูรูปที่ 5 ถึงรูปที่ 9)

พารามิเตอร์สำหรับวงจรกริด ให้เป็นดังนี้

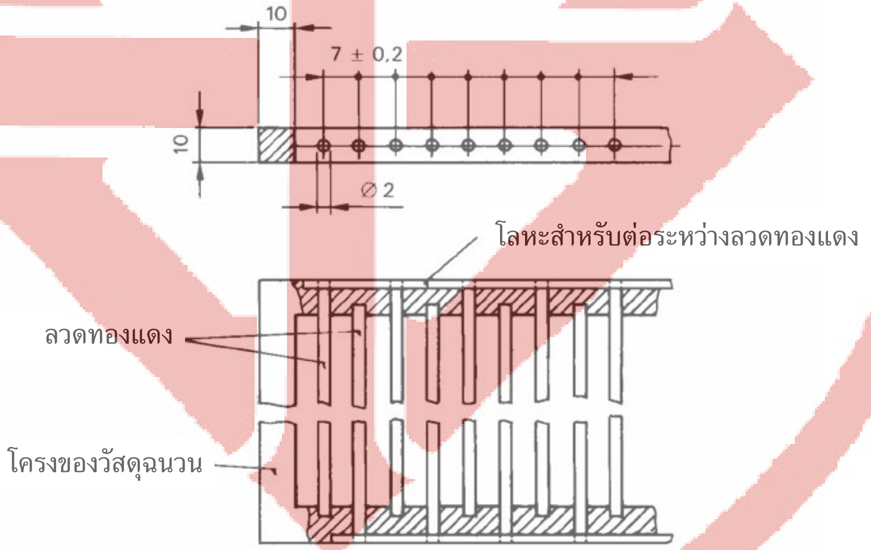
ตัวต้านทาน R′	:	1.5 โอห์ม
ลวดทองแดง F′	:	ยาว 50 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางให้เป็นไปตามข้อ 9.11.2.1 ฉ.1)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

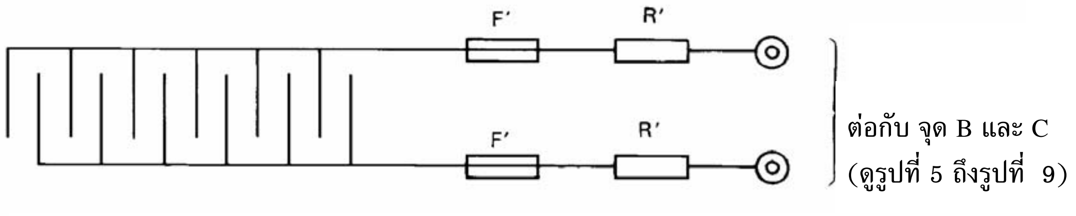
รูปที่ ค.1 การเตรียมการทดสอบ

(ข้อ 9.11.2.1 ฉ.1))



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ ค.2 กริด



รูปที่ ค.3 วงจรกริด

ภาคผนวก ง.
(ข้อกำหนด)
การทดสอบประจำ
(ข้อ 9.1.3)

การทดสอบตามที่กำหนดในมาตรฐานนี้ มีเจตนาเพื่อให้ทราบถึงการแปรผันที่ยอมรับไม่ได้ของวัสดุหรือการผลิตที่เกี่ยวเนื่องกับความปลอดภัย

ง.1 การทดสอบการทริป

ป้อนกระแสเหลือไหลผ่านแต่ละขั้วของ RCCB หมุนเวียนไปจนครบทุกขั้ว RCCB ต้องไม่ทริปที่กระแสไฟฟ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 $I_{\Delta n}$ แต่ต้องทริปที่ $I_{\Delta n}$ ภายในเวลาที่กำหนด (ดูตารางที่ 1)

ให้ป้อนกระแสไฟฟ้าทดสอบกับ RCCB แต่ละตัวไม่น้อยกว่า 5 ครั้ง และต้องป้อนเข้าแต่ละขั้วไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง

ง.2 การทดสอบความทนทางไฟฟ้า

ป้อนแรงดันไฟฟ้าที่มีรูปคลื่นใกล้ไซนูซอยด์ 1 500 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ เป็นเวลา 1 นาที ที่ส่วนต่างๆ ดังนี้

ก) ขณะที่ RCCB อยู่ในตำแหน่งเปิดวงจร ให้ป้อนระหว่างขั้วต่อสายที่มีการต่อทางไฟฟ้าเมื่อ RCCB อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร

ข) RCCB ที่ไม่มีส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ต่ออยู่ ขณะที่ RCCB อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร ให้ป้อนระหว่างขั้วต่อสายขั้วใดขั้วหนึ่งกับขั้วอื่นๆ ที่ต่อเข้าด้วยกัน หมุนเวียนกันไป

ค) RCCB ที่มีส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ต่ออยู่ ขณะที่ RCCB อยู่ในตำแหน่งเปิดวงจร ให้ป้อนระหว่างขั้วต่อสายด้านเข้าทั้งหมดหมุนเวียนกันไป หรือระหว่างขั้วต่อสายด้านออกทั้งหมดหมุนเวียนกันไป (ให้ทดสอบเฉพาะด้านที่ไม่มีส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ต่ออยู่)

ต้องไม่เกิดการวาบไฟตามผิวหรือเสียสภาพฉับพลัน

ง.3 สมรรถนะของอุปกรณ์ทดสอบของ RCCB

ขณะที่ RCCB อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร และต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่แรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสม เมื่ออุปกรณ์ทดสอบของ RCCB ทำงาน RCCB ต้องเปิดวงจร

เมื่ออุปกรณ์ทดสอบของ RCCB มีเจตนาให้ทำงานที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดมากกว่า 1 ค่า การทดสอบให้ทดสอบที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดค่าต่ำสุด

โดยทั่วไป เพื่อให้มั่นใจว่า RCCB ทุกตัวเป็นไปตามตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานนี้ ต้องมีการทดสอบรายการอื่นๆ อีกตามประสบการณ์ของผู้ทำ

ภาคผนวก จ.

(ข้อกำหนด)

รายการทดสอบ ลำดับการทดสอบเพิ่มเติมและจำนวนตัวอย่างสำหรับการทวนสอบการเป็นไปตามข้อกำหนดความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า(EMC)ของ RCCB

ภาคผนวกนี้ชี้บอกการทดสอบทั้งหมดและลำดับการทดสอบของ RCCB เพื่อทวนสอบความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

ข้อ จ.1 รายงานผลการทดสอบอ้างอิงที่มีกำหนดไว้แล้วในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ และรวมถึงลำดับการทดสอบและภาวะสมรรถนะต่ำสุดตามที่ได้กำหนดไว้ในภาคผนวก ก.

ข้อ จ.2 กำหนดการทดสอบเพิ่มเติม จำนวนตัวอย่าง ลำดับการทดสอบและภาวะต่ำสุด ตามที่ต้องการสำหรับการทวนสอบการเป็นไปตามข้อกำหนดความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าแบบสมบูรณ์ของ RCCB

ภาวะทดสอบและเกณฑ์สมรรถนะด้าน EMC มีการชี้บอกไว้ในอนุกรมมาตรฐานผลิตภัณฑ์ EMC สำหรับ RCDs

ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าของ RCCB

จ.1 การทดสอบ EMC ตามที่กำหนดไว้แล้วในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่อง

ตารางที่ จ.1 ในสดมภ์ที่ 2 แสดงหัวข้อการทดสอบที่ได้รวมในลำดับการทดสอบของภาคผนวก ก. เพื่อให้มั่นใจว่ามีระดับความคุ้มกันการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าตามที่ชี้บ่งใน สดมภ์ที่ 1 อย่างเพียงพอ

ตารางที่ จ.1 รายการทดสอบความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า
(ข้อ จ.1)

ปรากฏการณ์แม่เหล็กไฟฟ้า	การทดสอบของมาตรฐานนี้
การแปรผันแอมพลิจูดแรงดันไฟฟ้า	ข้อ 9.9.5 และ ข้อ 9.17
ความไม่สมดุลของแรงดันไฟฟ้า	ข้อ 9.9.5 และ ข้อ 9.17
การแปรผันของความถี่กำลังไฟฟ้า	ข้อ 9.2
สนามแม่เหล็กที่แผ่กระจายเป็นคลื่น	ข้อ 9.11 และ ข้อ 9.18
กระแสไฟฟ้าชั่วครู่แบบแกว่ง	ข้อ 9.19

จ.2 การทดสอบเพิ่มเติมของมาตรฐาน EMC สำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์ (EMC product family standard)

การทดสอบ EMC ตามที่กำหนดไว้แล้วในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่อง

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ทดสอบแต่ละลำดับการทดสอบกับตัวอย่างใหม่ 3 ตัวอย่าง
ถ้าตัวอย่างที่ส่งมอบทุกตัวอย่างเป็นไปตามสดมภ์ที่ 3 ของตารางที่ จ.2 เป็นไปตามข้อกำหนดทุกข้อ ให้ถือว่าเป็นไปตามมาตรฐานนี้ ถ้าจำนวนตัวอย่างทดสอบต่ำสุดตามสดมภ์ที่ 4 ของตารางที่ จ.2 เป็นไปตามข้อกำหนดให้ทดสอบกับตัวอย่างเพิ่มเติมในสดมภ์ที่ 5 และตัวอย่างทดสอบเพิ่มเติมทั้งหมดนี้ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดทุกข้อ จึงจะถือว่าเป็นไปตามมาตรฐานนี้

ตารางที่ จ.2 จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ

(ข้อ จ.2)

ลำดับการทดสอบ	ปรากฏการณ์	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างต่ำสุดที่ต้องเป็นไปตามข้อกำหนด	จำนวนตัวอย่างสูงสุดที่นำมาทดสอบซ้ำ
จ.2.1	ฮาร์มอนิกส์ (harmonics) อินเตอร์ฮาร์มอนิกส์ (interharmonics) แรงดันสัญญาณ (signalling voltage) ภาวะชั่วครู่ทิศทางเดียวที่นำมาตามสาย หน่วยเป็น ms และ µs (conducted unidirectional transients of the ms and µs time scale)	3 $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด ที่ I_n ใดๆ	2	3
จ.2.2	แรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าแบบแกว่งที่นำมาตามสาย (conducted oscillatory voltages or current) ภาวะชั่วครู่ทิศทางเดียวที่นำมาตามสาย หน่วยเป็น ns (conducted unidirectional transients of the ns time scale (burst))	3 $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด ที่ I_n ใดๆ	2	3
จ.2.3	การปล่อยประจุไฟฟ้าสถิต (electrostatic discharge)	3 $I_{\Delta n}$ ต่ำสุด ที่ I_n ใดๆ	2	3

หมายเหตุ อาจใช้ตัวอย่างเดิมทดสอบมากกว่าหนึ่งลำดับการทดสอบ

ภาคผนวก ฉ.
(ข้อแนะนำ)
วิธีการหาตัวประกอบกำลังของการลัดวงจร
(9.11.2.1 ค))

การหาตัวประกอบกำลังของการลัดวงจรไม่มีวิธีใดวิธีหนึ่งที่สามารถหาได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ตัวอย่างที่ยอมรับได้สองวิธีได้กำหนดไว้ในภาคผนวกนี้

วิธีที่ 1 การหาจากองค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง

ให้หามุม φ จากเส้นโค้งขององค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรงที่มีคลื่นกระแสไฟฟ้าไม่สมมาตรระหว่างขณะลัดวงจรกับขณะหน้าสัมผัสแยกออกจากกัน ดังนี้

ฉ.1 สูตรสำหรับองค์ประกอบทางไฟฟ้ากระแสตรง ได้แก่

$$i_d = i_{do} \cdot e^{-Rt/L}$$

เมื่อ i_d คือ ค่าขององค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง ที่เวลา t

i_{do} คือ ค่าขององค์ประกอบไฟฟ้ากระแสตรง ที่เวลาเริ่มต้น

L/R คือ ค่าคงตัวเวลา (time-constant) ของวงจร เป็นวินาที

t คือ เวลา เป็นวินาที ให้นับตั้งแต่ขณะเริ่มต้น

e คือ ฐานของลอการิทึมแบบ เนเปีย (Nepierian logarithm)

ค่าคงตัวเวลาสามารถคำนวณหาได้จากสูตรข้างต้น ดังนี้

ก) วัดค่าของ i_{do} ที่ขณะลัดวงจร และวัดค่าของ i_d ที่ขณะเวลา t ก่อนที่หน้าสัมผัสจะแยกออกจากกัน

ข) หาค่าของ $e^{-Rt/L}$ โดยหาร i_d ด้วย i_{do}

ค) จากตารางแสดงค่าของ e^{-x} สามารถหาค่าของ $-x$ ที่สมนัยกับอัตราส่วนของ i_d/i_{do}

ง) ค่า x หาได้จาก Rt/L สามารถหาค่า L/R ได้

ฉ.2 การหาค่ามุม φ จาก

$$\varphi = \arctan \omega L/R$$

เมื่อ ω คือ $2\pi \times$ ความถี่จริง

ไม่ควรใช้วิธีนี้เมื่อวัดกระแสไฟฟ้าโดยใช้หม้อแปลงกระแส (current transformer)

วิธีที่ 2 การหาด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้านำร่อง (pilot generator)

ให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้านำร่องอยู่บนเพลาเดียวกันกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทดสอบ ให้เปรียบเทียบมุมเฟสแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านำร่องที่เกิดบนออสซิลโลแกรมกับมุมเฟสแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทดสอบก่อน แล้วจึงเปรียบเทียบมุมเฟสกระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทดสอบต่อไป

ความแตกต่างระหว่างมุมเฟสของแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านำร่องกับแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทดสอบ ในด้านหนึ่ง และแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านำร่อง และกระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิด

ไฟฟ้าทดสอบ ในอีกด้านหนึ่ง สามารถให้ค่ามุมเฟสระหว่างแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทดสอบ จากนั้นสามารถหาตัวประกอบกำลัง

ภาคผนวก ช.

(ข้อแนะนำ)

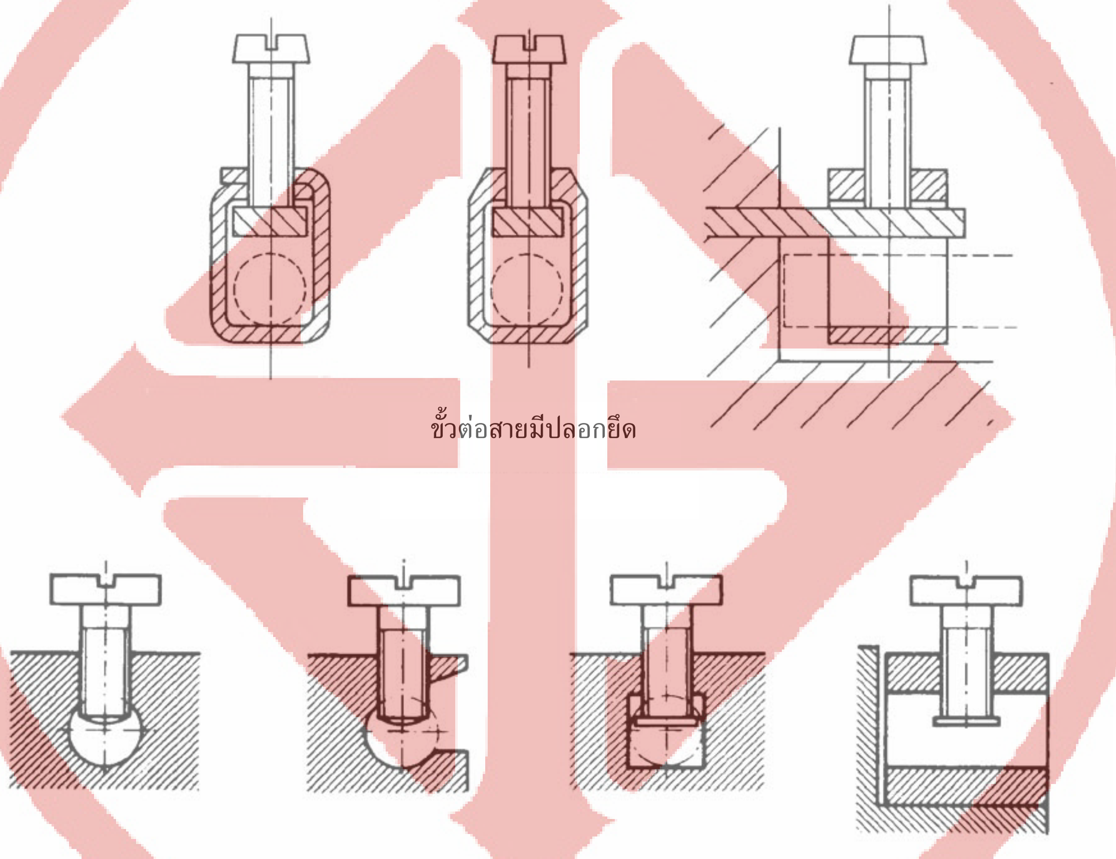
สัญลักษณ์

(ข้อ 3.)

กระแสไฟฟ้าที่กำหนด	I_n
กระแสเหลือ	I_Δ
กระแสเหลือใช้ทำงานที่กำหนด	$I_{\Delta n}$
กระแสเหลือที่ไม่ทำงานที่กำหนด	$I_{\Delta no}$
แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด	U_n
แรงดันไฟฟ้าทำงานที่กำหนด	U_e
แรงดันไฟฟ้าฉนวนที่กำหนด	U_i
วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสไฟฟ้าที่กำหนด	I_m
วิสัยสามารถการต่อและการตัดกระแสเหลือที่กำหนด	$I_{\Delta m}$
กระแสไฟฟ้าลัดวงจรแบบมีเงื่อนไขที่กำหนด	I_{nc}
กระแสไฟฟ้าเหลือลัดวงจรแบบมีเงื่อนไขที่กำหนด	$I_{\Delta c}$
ค่าจำกัดของแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ที่ทำให้ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ยังคงสามารถทำงานได้	U_x
ค่าจำกัดของแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ที่ทำให้ RCCB ที่มีการหน้าที่ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ซึ่งต่ำกว่าค่านี้จะเปิดวงจรอัตโนมัติ	U_y

ภาคผนวก ซ.
(ข้อแนะนำ)
ตัวอย่างการออกแบบขั้วต่อสาย
(ข้อ 8.1.5.2)

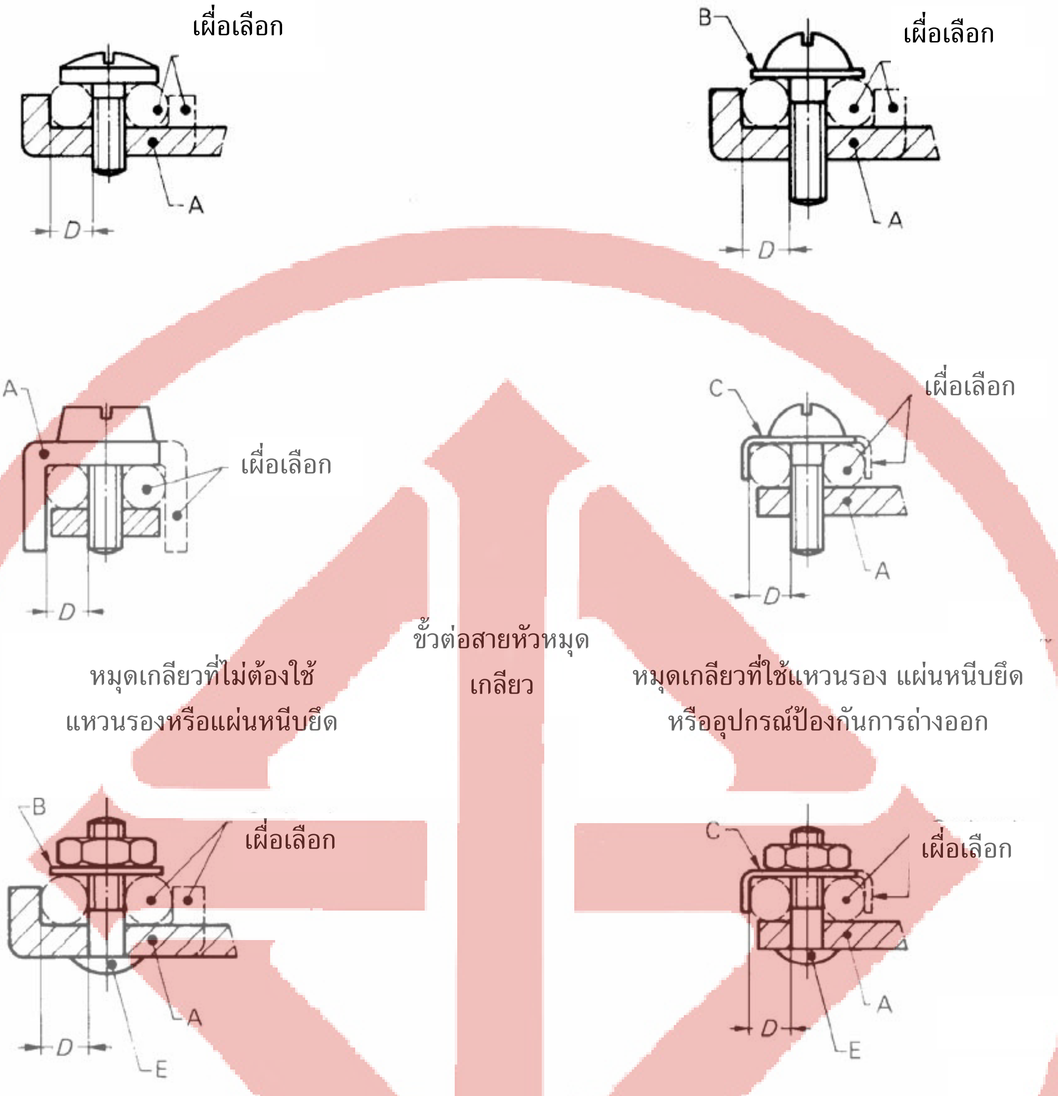
ภาคผนวกนี้แสดงตัวอย่างการออกแบบขั้วต่อสาย ที่สำหรับสอดใส่ตัวนำต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่เหมาะสม สำหรับรองรับตัวนำตันแข็ง และมีพื้นที่หน้าตัดที่เหมาะสมสำหรับรองรับตัวนำตีเกลียวแข็ง (ดูข้อ 8.1.5)



ส่วนของขั้วต่อสายที่มีรูเกลียวและส่วนของขั้วต่อสายที่เป็นหมุดเกลียวหนีบยึดตัวนำ อาจเป็นส่วนแยกกัน เช่น ขั้วต่อสายที่มีปลอกยึด

รูปที่ ซ.1 ตัวอย่างของขั้วต่อสายแท่งเกลียว

(ข้อ 3.6.4 และข้อ 3.6.5)

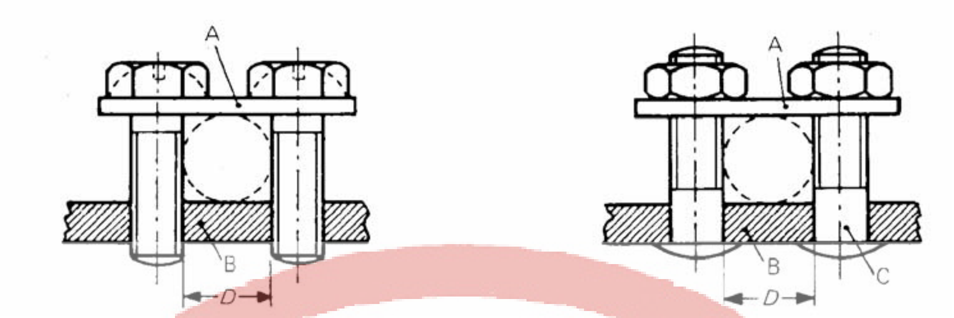


A ส่วนอยู่กับที่
B แหวนรองหรือแผ่นหนีบยึด
C อุปกรณ์ป้องกันการถ่างออก
D ช่องสอดตัวนำ
E แกนเกลียว

ส่วนที่ยึดตัวนำให้อยู่ในตำแหน่ง อาจทำจากวัสดุฉนวนถ้าแรงกดยึดตัวนำไม่ต้องส่งผ่านวัสดุฉนวนนั้น

รูปที่ ซ.2 ตัวอย่างของขั้วต่อสายหัวหมุดเกลียวและขั้วต่อสายแกนเกลียว

(ข้อ 3.6.4)



A แผ่นรูปอาน
B ส่วนอยู่กับที่
C แกนเกลียว
D ช่องสอดตัวนำ

ผิวหน้าทั้งสองด้านของแผ่นรูปอาน อาจมีรูปร่างที่แตกต่างกันเพื่อให้เข้ากับตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็กสุดหรือใหญ่สุดได้โดยการกลับหน้าแผ่นรูปอาน
ขั้วต่อสาย อาจมีหมุดเกลียวหรือแกนเกลียวมากกว่า 2 ตัวได้

รูปที่ ซ.3 ตัวอย่างของขั้วต่อรูปอาน

(ข้อ 3.6.6)

A อุปกรณ์ล็อก
B หูสายหรือแท่งตัวนำ
E ส่วนอยู่กับที่
F แกนเกลียว

สำหรับขั้วต่อสายแบบนี้ ต้องจัดเตรียมแหวนรองแบบสปริง หรืออุปกรณ์ล็อกอื่นที่ให้ประสิทธิผลเทียบเท่ากัน และผิวหน้าบริเวณพื้นที่หนีบยึดต้องเรียบ
สำหรับบริภัณฑ์บางประเภท ยอมให้ใช้ขั้วต่อหูสายขนาดเล็กกว่าที่กำหนดได้

รูปที่ ซ.4 ตัวอย่างของขั้วต่อหูสาย
(ข้อ 3.6.7)

ภาคผนวก ฌ.
(ข้อแนะนำ)
โปรแกรมการทดสอบติดตามผลสำหรับ RCCB

ฌ.1 ทั่วไป

เพื่อเป็นการรับประกันว่ามีการรักษาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ผู้ทำต้องจัดทำวิธีการตรวจสอบติดตามผลไว้ในกระบวนการผลิตด้วย

ภาคผนวกนี้แสดงตัวอย่างวิธีการติดตามผลสำหรับการผลิต RCCB

ผู้ทำอาจจะใช้เป็นแนวทางสำหรับนำไปดัดแปลงวิธีการเฉพาะและองค์กรที่มีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

ข้อกำหนดพิเศษสำหรับการติดตามผลการจำหน่ายและการติดตามผลการผลิต อาจใช้เพื่อการรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับการทำงานของอุปกรณ์ตัดวงจรเมื่อมีกระแสเหลืออย่างปลอดภัย

ฌ.2 โปรแกรมการทดสอบติดตามผล

โปรแกรมการทดสอบติดตามผล ครอบคลุมอนุกรมของการทดสอบ 2 ชุด

ฌ.2.1 โปรแกรมการทดสอบติดตามผลรายไตรมาส

ดูตาราง ฌ.1 ลำดับการทดสอบ Q

ฌ.2.2 โปรแกรมการทดสอบติดตามผลประจำปี

ดูตารางที่ ฌ.1 ลำดับการทดสอบ Y1 ถึง Y3

หมายเหตุ การทดสอบติดตามผลประจำปี อาจทำร่วมกับการทดสอบติดตามผลรายไตรมาส

ตารางที่ ฌ.1 ลำดับการทดสอบระหว่างการตรวจสอบติดตามผล

(ข้อ ฌ.2.1 และข้อ ฌ.2.2)

ลำดับการทดสอบ	ข้อ	การทดสอบ	ข้อแนะนำ
Q	9.16	อุปกรณ์ทดสอบ	ข้อ ข) และ ค) เท่านั้น ยกเว้นกรณีการทวนสอบแอมแปร์-รอบของวงจรทดสอบ
	9.9.2.1	คุณลักษณะเฉพาะการทำงานเมื่อมีกระแสเหลือ	
	9.9.2.3	คุณลักษณะเฉพาะการทำงานเมื่อมีกระแสเหลือ	ให้ทดสอบระหว่างแต่ละขั้วหมุนเวียนกันไปด้วย
	9.20	ความทนของฉนวนต่อแรงดันไฟฟ้าอิมพัลส์	

ตารางที่ ฌ.1 ลำดับการทดสอบระหว่างการตรวจสอบติดตามผล

(ข้อ ฌ.2.1 และข้อ ฌ.2.2)

Y1	9.9.4 9.7 9.10	คุณลักษณะเฉพาะการทำงานเมื่อมีกระแสเหลือ การทดสอบสมบัติไดอิเล็กทริก ความทนทานการใช้งานทางกลและทางไฟฟ้า	
Y2	9.22.1	ความเชื่อถือได้ (ความทนสภาพอากาศ)	
Y3	9.23	ความทนต่อการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน	

ฌ.2.3 วิธีชักตัวอย่าง

ฌ.2.3.1 โปรแกรมการทดสอบรายไตรมาส

สำหรับจุดประสงค์ของโปรแกรมการทดสอบรายไตรมาส ให้ใช้ระดับการตรวจสอบดังต่อไปนี้

- การตรวจสอบแบบปกติ
- การตรวจสอบแบบเข้มงวด

สำหรับการตรวจสอบติดตามผลครั้งแรก ให้ใช้การตรวจสอบแบบปกติ

สำหรับการตรวจสอบที่ต่อเนื่อง จะใช้การตรวจสอบแบบปกติ หรือแบบเข้มงวด หรือการหยุดการผลิต ให้พิจารณาจากผลการทดสอบที่ดำเนินการอยู่

ให้ใช้หลักเกณฑ์ต่อไปนี้ในการปรับการตรวจสอบจากระดับหนึ่งไปยังอีกระดับหนึ่ง

- คงไว้ที่ระดับการตรวจสอบแบบปกติ

  เมื่อใช้การตรวจสอบแบบปกติ ให้คงระดับการตรวจสอบไว้ที่ระดับปกติถ้าตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 6 ตัวอย่าง เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ (ดูตารางที่ ฌ.2 ลำดับ Q) ถ้าตัวอย่างจำนวน 5 ตัวอย่าง เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ให้ตรวจสอบครั้งต่อไป 1 เดือนภายหลังจากการตรวจสอบครั้งก่อนด้วยจำนวนตัวอย่างที่เท่ากันและลำดับการทดสอบเดียวกัน
- ปรับการตรวจสอบแบบปกติเป็นแบบเข้มงวด

  เมื่อใช้การตรวจสอบแบบปกติ ถ้ามีตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่างเท่านั้นที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ให้ปรับระดับการตรวจสอบเป็นแบบเข้มงวด
- ปรับการตรวจสอบแบบปกติเป็นให้หยุดการผลิต

  เมื่อใช้การตรวจสอบแบบปกติ และมีตัวอย่างจำนวนน้อยกว่า 4 ตัวอย่าง ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ต้องหยุดการผลิตและให้มีการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพ
- ปรับการตรวจสอบแบบเข้มงวดเป็นแบบปกติ

  เมื่อใช้การตรวจสอบแบบเข้มงวด ถ้ามีตัวอย่างจำนวนไม่น้อยกว่า 12 ตัวอย่าง เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด (ดูตารางที่ ฌ.2) ให้ปรับระดับการตรวจสอบเป็นแบบปกติ
- คงไว้ที่ระดับการตรวจสอบแบบเข้มงวด

เมื่ออยู่ในระดับการตรวจสอบแบบเข้มงวด ถ้ามีตัวอย่างจำนวน 10 หรือ 11 ตัวอย่างเท่านั้น ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดตามลำดับการทดสอบ ให้คงระดับการตรวจสอบแบบเข้มงวด และให้ตรวจสอบครั้งต่อไป 1 เดือนภายหลังจากการตรวจสอบครั้งก่อนด้วยจำนวนตัวอย่างที่เท่ากันและลำดับการทดสอบเดียวกัน

- ปรับการตรวจสอบแบบเข้มงวดเป็นให้หยุดการผลิต

  ในกรณีที่การตรวจสอบทั้ง 4 ครั้งติดต่อกันยังคงเป็นการตรวจสอบแบบเข้มงวด หรือมีตัวอย่างจำนวนน้อยกว่า 10 ตัวอย่างที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ต้องหยุดการผลิตและให้มีการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพ

- เริ่มการผลิตใหม่

  การผลิตสามารถเริ่มต้นใหม่ได้หลังจากมีการยืนยันการแก้ไขที่เหมาะสม การเริ่มการผลิตใหม่ให้อยู่ภายใต้ภาวะการตรวจสอบแบบเข้มงวด

ฌ.2.3.2 โปรแกรมการทดสอบประจำปี

จุดประสงค์ของโปรแกรมการทดสอบประจำปี ให้ใช้ระดับการตรวจสอบดังต่อไปนี้

- การตรวจสอบแบบปกติ
- การตรวจสอบแบบเข้มงวด

สำหรับการตรวจสอบติดตามผลครั้งแรก ให้ใช้การตรวจสอบแบบปกติ

สำหรับการตรวจสอบที่ต่อเนื่อง จะใช้การตรวจสอบแบบปกติ หรือแบบเข้มงวด หรือการหยุดการผลิต ให้พิจารณาจากผลการทดสอบที่ดำเนินการอยู่

ให้ใช้หลักเกณฑ์ต่อไปนี้ในการปรับการตรวจสอบจากระดับหนึ่งไปยังอีกระดับหนึ่ง

- คงไว้ที่ระดับการตรวจสอบแบบปกติ

  เมื่อใช้การตรวจสอบแบบปกติ ถ้าตัวอย่างทั้งหมดเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ ให้คงระดับการตรวจสอบไว้ที่ระดับปกติ ถ้ามีตัวอย่างจำนวน 2 ตัวอย่าง เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y1 และไม่มีตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y2 และ Y3 ให้ตรวจสอบครั้งต่อไป 3 เดือนภายหลังจากการตรวจสอบครั้งก่อนด้วยจำนวนตัวอย่างที่เท่ากันและลำดับการทดสอบเดียวกัน

- ปรับการตรวจสอบแบบปกติเป็นแบบเข้มงวด

  เมื่อใช้การตรวจสอบแบบปกติ ให้เปลี่ยนระดับการตรวจสอบเป็นแบบเข้มงวด เมื่อ

  - มีเพียง 1 ตัวอย่างเท่านั้นที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y1 หรือ
  - มีตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y2 หรือ Y3

  ต้องตรวจสอบครั้งต่อไปภายใน 3 เดือนหลังจากการตรวจสอบครั้งก่อนที่ระดับการตรวจสอบแบบเข้มงวดสำหรับลำดับการทดสอบใด ๆ ที่มีตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และที่ระดับแบบปกติสำหรับลำดับการทดสอบอื่น

- ปรับการตรวจสอบแบบปกติเป็นให้หยุดการผลิต

เมื่อใช้การตรวจสอบแบบปกติ และไม่มีตัวอย่างที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y1 หรือมีตัวอย่างจำนวนมากกว่า 1 ตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y2 หรือ Y3 ต้องหยุดการผลิตและให้มีการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพ

– ปรับการตรวจสอบแบบเข้มงวดเป็นแบบปกติ

เมื่อใช้การตรวจสอบแบบเข้มงวด ให้เปลี่ยนระดับการตรวจสอบเป็นแบบปกติ เมื่อ

- มีตัวอย่างไม่น้อยกว่า 5 ตัวอย่าง เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y1 และ
- ไม่มีตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y2 หรือ Y3

– คงไว้ที่ระดับการตรวจสอบแบบเข้มงวด

เมื่ออยู่ในระดับการตรวจสอบแบบเข้มงวด ถ้ามีตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่างเท่านั้น ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y1 และไม่มีตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y2 หรือ Y3 ให้คงระดับการตรวจสอบแบบเข้มงวด และให้มีการตรวจสอบติดตามผลครั้งต่อไป 3 เดือนภายหลังจากการตรวจสอบครั้งก่อนด้วยจำนวนตัวอย่างที่เท่ากันและลำดับการทดสอบเดียวกัน

– ปรับการตรวจสอบแบบเข้มงวดเป็นให้หยุดการผลิต

ในกรณีที่การตรวจสอบทั้ง 4 ครั้งติดต่อกันยังคงเป็นการตรวจสอบแบบเข้มงวด หรือเกิดข้อผิดพร่องข้อใดข้อหนึ่งระหว่างการตรวจสอบประจำปี ดังนี้

- มีตัวอย่างจำนวนน้อยกว่า 4 ตัวอย่าง เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y1
- มีตัวอย่างจำนวนมากกว่า 1 ตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในลำดับการทดสอบ Y2 หรือ Y3

ต้องหยุดการผลิตและให้มีการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพ

– เริ่มการผลิตใหม่

การผลิตสามารถเริ่มต้นใหม่ได้หลังจากมีการยืนยันการแก้ไขที่เหมาะสม การเริ่มการผลิตใหม่ให้อยู่ภายใต้ภาวะการตรวจสอบแบบเข้มงวด

ฌ.2.4 จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

จำนวนตัวอย่างสำหรับแต่ละระดับการตรวจสอบ ให้เป็นไปตามตารางที่ ฌ.2

ตารางที่ ฌ.2 จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

ลำดับการทดสอบ	จำนวนตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบแบบปกติ	จำนวนตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบแบบเข้มงวด
Q	6	13
Y1, Y2, Y3	3 สำหรับแต่ละลำดับการทดสอบ	6 สำหรับแต่ละลำดับการทดสอบ

แต่ละอนุกรมของ RCCB มีพื้นฐานการออกแบบเดียวกัน ให้ใช้ตัวอย่างเพียงชุดตัวอย่างเดียวสำหรับการทดสอบโดยไม่คำนึงถึงพิกัด

สำหรับจุดประสงค์ของโปรแกรมการทดสอบติดตามผล ให้พิจารณาว่า RCCB มีพื้นฐานการออกแบบเดียวกัน ถ้ามีประเภทตามที่กำหนดในข้อ 4.1 เหมือนกัน และ

- อุปกรณ์บังคับกลไกเนื่องจากกระแสเหลือ มีกลไกทริปเหมือนกันและมีรีเลย์หรือโซลีนอยด์เหมือนกัน ยกเว้นสำหรับ
    - จำนวนรอบ และพื้นที่หน้าตัดของขดลวด
    - ขนาดและวัสดุของแกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้าผลต่าง
    - กระแสเหลือที่กำหนด และ
- ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (ถ้ามี) มีการออกแบบเหมือนกันและใช้ส่วนประกอบเหมือนกัน ยกเว้นสำหรับการแปรผันเพื่อให้ได้ $I_{\Delta n}$ ที่แตกต่างกัน

ภาคผนวก ฒ.

(ข้อแนะนำ)

SCPDs สำหรับการทดสอบการลัดวงจร

ฒ.0 บทนำ

สำหรับทวนสอบค่าต่ำสุดของ I^2t และ I_p ที่ RCCB สามารถทนได้ตามที่กำหนดในตารางที่ 15 ซึ่งต้องทดสอบการลัดวงจร การทดสอบการลัดวงจรกระทำโดย ใช้ฟิวส์หรือลวดเงินที่ใช้เครื่องทดสอบตามรูปที่ 10 หรือโดยใช้วิธีทดสอบอื่นที่ให้ค่า I^2t และ I_p ตามที่ต้องการ

ฒ.1 ลวดเงิน

เพื่อทวนสอบค่าต่ำสุดของ I^2t และ I_p ที่ RCCB สามารถทนได้ เพื่อให้ได้ผลทดสอบที่ทำซ้ำได้ ถ้ามี SCPD ให้ใช้ลวดเงินทดสอบตามรูปที่ 10 ถ้ามี

ใช้ลวดเงินที่มีความบริสุทธิ์อย่างน้อยร้อยละ 99.9 ตามตารางที่ ฒ.1 ซึ่งกำหนดเส้นผ่านศูนย์กลางตามกระแสไฟฟ้าที่กำหนด I_n และกระแสไฟฟ้าลัดวงจร I_{nc} และ $I_{\Delta c}$

ตารางที่ ฒ.1 เส้นผ่านศูนย์กลางเป็นฟังชันของกระแสไฟฟ้าที่กำหนดและกระแสไฟฟ้าลัดวงจร
(ข้อ ฒ.1)

I_{nc} และ $I_{\Delta c}$	I_n A								
	≤ 16	≤ 20	≤ 25	≤ 32	≤ 40	≤ 63	≤ 80	≤ 100	≤ 125
	เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเงิน * mm								
500	0.30	0.35	0.35	0.35					
1000	0.30	0.35	0.40	0.50					
1500	0.35	0.40	0.45	0.50	0.65	0.85			
3000	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60	0.80	0.95	1.05	1.15
4500	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60	0.80	0.90	1.05	1.15
6000	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60	0.75	0.90	0.95	1.00
10000	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60	0.70	0.85	0.90	0.95

* ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดเป็นค่าสำคัญที่มีพื้นฐานมาจากค่ากระแสไฟฟ้าค่ายอด (I_p) (ดูตารางที่ 15)

ให้ใส่ลวดเงินในตำแหน่งที่เหมาะสมของเครื่องทดสอบตามรูปที่ 10 โดยขึงตึงในแนวราบ ให้เปลี่ยนลวดเงินภายหลังการทดสอบแต่ละครั้ง

ฒ.2 ฟิวส์

เพื่อจุดประสงค์ในการทวนสอบค่าต่ำสุดของ I^2t และ I_p ที่ RCCB สามารถทนได้ตามที่กำหนด

เพื่อให้ได้ผลทดสอบที่ทำซ้ำได้ ถ้ามี SCPD ให้ใช้ฟิวส์ที่สมนัยกันแทน

พิกัดฟิวส์ ต้องไม่ต่ำกว่าพิกัดของ RCCB พิกัดฟิวส์ที่สูงกว่าของฟิวส์อาจใช้ได้เพื่อให้ได้ค่า I^2t และ I_p ตามตารางที่ 15

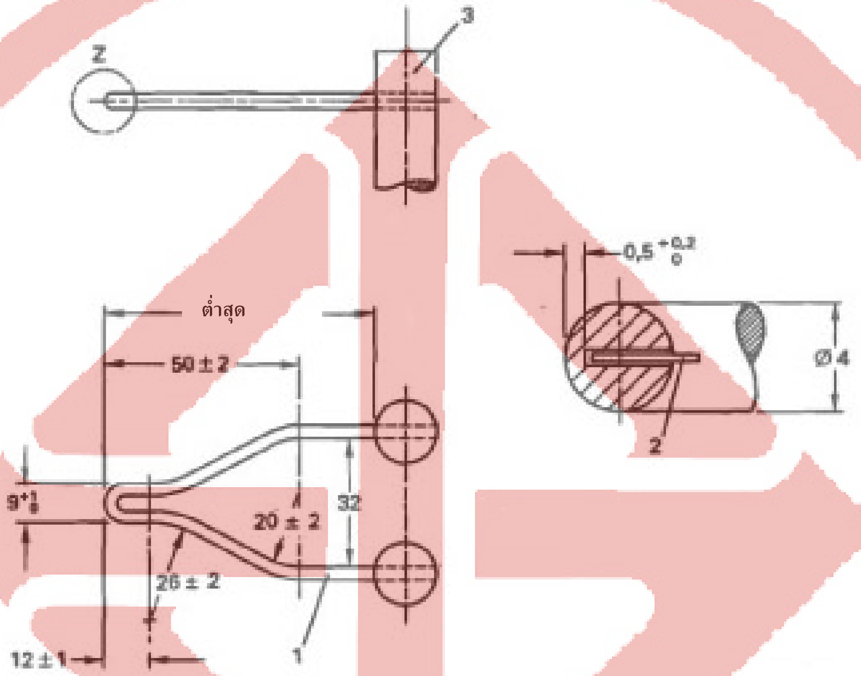
ค่าระหว่างกลางอาจทำได้โดยต่อเพิ่มฟิวส์แบบขนาน

ฒ.3 วิธีอื่น

อาจใช้วิธีอื่นแต่ต้องให้ได้ค่าในตารางที่ 15

ภาคผนวก ณ.
(ข้อกำหนด)
การทดสอบลวดรุ่งแสง (glow-wire test)
(ข้อ 9.14)

ลวดรุ่งแสงประกอบด้วยลวดนิเกิล/โครเมี่ยม และเทอร์โมคัปเปิล ชนิด K ซึ่งมีมิติตามที่กำหนด ดังแสดงในรูป



มิติเป็นมิลลิเมตร

1. ลวดรุ่งแสงเชื่อมติดแน่นที่ 3
2. เทอร์โมคัลเปิล
3. แท่งจับยึด

รูปที่ ณ.1 มิติของลวดรุ่งแสง

(ข้อ 9.14)

นำชิ้นทดสอบไปทดสอบ โดยใช้เครื่องทดสอบลวดรุ่งแสงซึ่งทำให้ร้อนด้วยไฟฟ้าในลวดรุ่งแสง ยึดชิ้นทดสอบเข้ากับที่จับยึดของเครื่องทดสอบลวดรุ่งแสงตรงตำแหน่งที่ต้องการทดสอบ ทำให้ลวดรุ่งแสงร้อนถึงอุณหภูมิที่กำหนดและคงค่าอุณหภูมินั้นไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 60 วินาที โดยยอมให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส จี้ลวดรุ่งแสงให้สัมผัสกับชิ้นทดสอบในแนวระดับด้วยแรง 0.8 นิวตัน ถึง 1.2 นิวตัน และลวดรุ่งแสงสามารถเคลื่อนที่เข้าไปในชิ้นทดสอบในแนวระดับไม่เกิน 7 มิลลิเมตร และชิ้นทดสอบต้องสัมผัสกับลวดรุ่งแสงเป็นเวลา 30 วินาที ± 1 วินาที

เปลวไฟซึ่งลุกไหม้บนชิ้นทดสอบต้องดับเองภายใน 30 วินาที หลังจากเอาลวดรุ่งแสงออกจากชิ้นทดสอบ และสารที่หยดจากชิ้นทดสอบเมื่อถูกความร้อนต้องไม่ทำให้ไม้อัด(ไม้อัดหนาประมาณ 10 มิลลิเมตร) ที่คลุมด้วยกระดาษทิชชู (tissue paper) ใต้ชิ้นทดสอบลงมา 200 มิลลิเมตร ± 5 มิลลิเมตร ติดไฟได้

ภาคผนวก ด.
(ข้อกำหนด)
ตู้ทดสอบ-คุณลักษณะการสร้าง
(ข้อ 9.22.1.1)

ด.1 อุณหภูมิอาจแปรผันเป็นวัฐจักรระหว่าง (25±3) เคลวิน และกำหนดขอบเขตอุณหภูมิที่เหมาะสมด้านบนด้วยเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนและอัตราการเปลี่ยนแปลงตามที่กำหนด

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิทั้งหมดต้องอยู่ในเกณฑ์ ± 3 เคลวิน มีเจตนาเพื่อรวมความผิดพลาดในการวัด การเปลี่ยนแปลงอย่างช้าของอุณหภูมิ และการแปรผันของของอุณหภมิที่เกิดจากพื้นที่ทำงาน

ด.2 ความชื้นสัมพัทธ์ในพื้นที่ทำงาน สามารถคงอยู่ในขีดจำกัดที่ให้ไว้ในข้อ 9.22.1.3

ด.3 ต้องระมัดระวังเพื่อให้มั่นใจว่าภาวะต่าง ๆในพื้นที่ทำงานมีความมั่นคงและสม่ำเสมอ และคล้ายกันกับสถานที่ใกล้เคียงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ในที่ที่อุปกรณ์รับรู้ความชื้นและอุณหภูมิที่ติดตั้ง

ด.4 ชิ้นตัวอย่างภายใต้ภาวะทดสอบต้องไม่ได้รับผลจากการแผ่รังสีความร้อนจากการปรับภาวะในห้องทดสอบ

ด.5 น้ำที่ใช้ในการรักษาความชื้นในห้องทดสอบต้องมีความต้านทานจำเพาะไม่ต่ำกว่า 500 เมกกะโอห์ม-เมตร

ต้องสามารถระบายน้ำที่กลั่นตัวจากห้องทดสอบและต้องไม่นำมาใช้ใหม่ นอกเสียจากว่ามีการทำให้บริสุทธิ์ก่อน

ด.6 มิติ คุณสมบัติและ/หรือการโหลดทางไฟฟ้าต้องไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญกับภาวะในห้องทดสอบ